รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติ
จากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด

The Application of Natural fibers obtained from the Mixtures of
Coconut Meal and Corncobs in Cement-Bonded Fiberboard

คณะผู้วิจัย

ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์

ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี 2557
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์: ทรายละเอียด: กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด: น้ำ: สารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ (อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$), โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)) เท่ากับ 1: 0.2: 0.05: 0.3: 0.03 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนกากมะพร้าว: เส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด 5 อัตราส่วน คือ 0.0500: 0 (CN0), 0.0375: 0.0125 (CN25), 0.0250: 0.0250 (CN50), 0.0125: 0.0375 (CN75), และ 0: 0.0500 (CN100) โดยน้ำหนัก ทำการปรับปรุงเส้นใยทั้งหมดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 12 โดยอัตราส่วนเส้นใยต่อสารละลายเท่ากับ 1: 10 ต้มในระบบเปิดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ขึ้นรูปโดยการอัดส่วนผสมลงในแบบหล่อที่อุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ใช้ความหนาแน่น 0.75 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน CN75 เป็นอัตราส่วนเหมาะสม สามารถผ่านมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง และมีสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี โดยสารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมที่สุด คือ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

คำสำคัญ: แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์, กากมะพร้าว, เส้นใยต้นข้าวโพด, ฉนวนป้องกันความร้อน

Abstract

This research aims to study the application of coconut meal and corncob fiber as high density cement-bonded fiberboard. The cement: fine sand: coconut meal and corncob fiber: water: cement setting accelerator (aluminium sulphate ($Al_2(SO_4)_3$), calcium chloride ($CaCl_2$), sodium silicate (Na_2SiO_3)) ratio is equal to 1: 0.2: 0.05: 0.3: 0.03 by weight. The fibers are taken from coconut meal: corncob that 5 ratios are used following: 0.0500: 0 (CN0), 0.0375: 0.0125 (CN25), 0.0250: 0.0250 (CN50), 0.0125: 0.0375 (CN75), and 0: 0.0500 (CN100) by weight. 12% of Sodium Hydroxide (NaOH) was used to modify the fibers by using 1: 10 of fiber: solution and boiling 100 degree of Celsius (1-3 hours). The fiberboard production use pressure casting in normal temperature (30 – 35 degree of Celsius) and 0.75 g/cm^3 of density. Resulting, the CN75 ratio is suitable ratio which pass TIS 878-2537 standard (cement bonded particle board: high density) and has good physical properties, mechanical properties, and thermal insulation. The most suitable cement setting accelerator is calcium chloride ($CaCl_2$).

Keywords: Cement-bonded fiberboard, Coconut meal, Corncob fiber, Thermal insulation

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 การใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	5
2.2 ไม้อัดซีเมนต์	5
2.3 โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ	7
2.4 ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ	8
2.5 การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นไม้เทียม	10
2.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	11
2.7 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	16
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	17
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงานวิจัย	17
3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม	21
3.3 การเตรียมเส้นใย	23
3.4 การขึ้นรูป	26
3.5 การทดสอบสมบัติ	29
3.6 การสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง	31
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ	31
3.8 การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และถ่ายทอดเทคโนโลยี	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
4.1 ลักษณะทั่วไป	32
4.2 ความหนาแน่น	33
4.3 ความชื้น	36
4.4 สภาพนำความร้อน	37
4.5 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ	38
4.6 ความต้านทานแรงดัด	38
4.7 มอดุลัสยืดหยุ่น	40
4.8 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า	40
4.9 การสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง	41

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.10 การยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตร	42
4.11 การเขียนบทความวิจัยส่งลงในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ	42
4.12 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมายสำหรับนำไปใช้ประโยชน์	43
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผล	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	48
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.878-2537 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์:ความหนาแน่นสูง	
เอกสารประกอบคำขอรับอนุสิทธิบัตร	
หนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์	

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร	5
2.2	ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทอง	14
2.3	ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทองที่กำลังขยาย 200 เท่า ด้วย SEM	15
2.4	ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)	15
2.5	ภาพขยายของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)	15
2.6	ลักษณะโครงสร้างของเชื้อราไรโซพัส (Rhizopus)	16
3.1	กากมะพร้าว	17
3.2	ต้นข้าวโพด	17
3.3	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	18
3.4	อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$)	18
3.5	แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	19
3.6	โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)	19
3.7	เครื่องผสม	20
3.8	เครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์	20
3.9	แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร	21
3.10	ไมโครมิเตอร์	21
3.11	การตัดเส้นใยต้นข้าวโพดให้มีความยาวตามต้องการ	23
3.12	การชั่งน้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) สำหรับเตรียมสารละลาย	23
3.13	การต้มน้ำประปาสำหรับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	24
3.14	การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 12	24
3.15	การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เริ่มปรับปรุง)	24
3.16	การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เวลาผ่านไป 15 นาที)	25
3.17	การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เวลาผ่านไป 60 นาที)	25
3.18	เส้นใยต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับปรุงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	25
3.19	การเทส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ลงในอ่างผสม	26
3.20	การแยกและเติมน้ำลงในเส้นใยสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์	26
3.21	การผสมส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ลงในอ่างผสม	27
3.22	ส่วนผสมที่พร้อมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์	27
3.23	การเทส่วนผสมลงในเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์	27
3.24	แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	28
3.25	แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดภายหลังการถอดแบบ	28
3.26	แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่พร้อมนำไปทดสอบ	28
3.27	แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดขนาด 60 x 120 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.28	การชั่งน้ำหนักแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพด	29
3.29	การแช่น้ำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพด	30
3.30	การทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM)	30
3.31	การทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM)	30
4.1	การวัดความหนาของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	32
4.2	การวัดขนาดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	32
4.3	ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	34
4.4	ลักษณะทั่วไปของกากมะพร้าว	35
4.5	ภาพขยายกากมะพร้าวจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า	35
4.6	ลักษณะทั่วไปของเส้นใยต้นข้าวโพด	35
4.7	ภาพขยายเส้นใยต้นข้าวโพดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 1,000 เท่า	36
4.8	ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	36
4.9	ผลการทดสอบสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	37
4.10	ผลการทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	38
4.11	ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	39
4.12	ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	40
4.13	ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	41
4.14	ผู้วิจัยรับใบประกาศในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6	42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)	9
2.2	ความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไมยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ตราเพชร จากการใช้น้ำและสารเคมีต่างๆ	12
2.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากค่าความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ในการทดลองด้วยน้ำและสารเคมีต่างๆ กัน	13
2.4	สมบัติการดูดซึมน้ำและค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยเปลือกทุเรียนและทรายละเอียด	16
3.1	อัตราส่วนโดยน้ำหนักของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	22
4.1	ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด	33

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด เป็นโครงการวิจัยที่ให้ความสำคัญในการใช้วัสดุที่เหลือใช้และวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรของพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และความต้องการที่อยู่อาศัย จากปัญหาการลดลงของปริมาณป่าไม้ ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุที่เหลือใช้และวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรที่มูลค่าต่ำหรือไม่มีมูลค่า มาใช้ทดแทนวัสดุในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงานชนิดแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความสำคัญและมีแนวโน้มราคาและความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้น (สุวัฒน์, 2550) โดยมีรายละเอียดความสำคัญและที่มาของปัญหาควรที่จะทำการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (Wood Cement Board) เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมี แล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือ ไม้และซีเมนต์มารวมไว้ด้วยกัน (บริษัท วิบูลย์วัฒนอุตสาหกรรม จำกัด, 2552) มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง (วรธรรม, 2552) แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม (ธวัช, 2551; เพ็งปรีชา, 2551) ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบประสบเกิดปัญหาวัตถุดิบไม้ในปัจจุบันและอนาคต คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ 1) วัตถุดิบไม้ (wood material) ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ 2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือพืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่อง ราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่าวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วก็มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่าพืชเส้นใยทางเกษตร ดังนั้นแนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้กลับมีคุณค่าเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม น่าจะเป็นโอกาสในการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า ปัญหาด้านสุขภาพ และลดต้นทุนวัสดุก่อสร้างที่มีแนวโน้มราคาวัสดุก่อสร้างเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยทั้งปีคาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 25% ถือว่าเป็นอัตราที่สูงขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับปี 2550 ที่เพิ่มขึ้นเพียง 4.9% ซึ่งอัตราเพิ่มดังกล่าวถือว่าเป็นการปรับราคาสูงสุดเป็นประวัติการณ์ จากราคาที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจก่อสร้างอย่างมาก เพราะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการค้นคว้าหาวัสดุประกอบอาคารชนิดใหม่ๆ ที่มีราคาต่ำกว่า ก่อสร้างได้รวดเร็ว มีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันความร้อนและยังคงความแข็งแรงให้กับอาคาร จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ

เส้นใยธรรมชาติ เป็นเศษเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมที่มีอยู่มากมายในประเทศไทย (ศักดิ์สิทธิ์ และคณะ, 2550) โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ เส้นใยจากต้นข้าวโพดจากการเกษตร ที่มีข้อดีหลายประการดังนี้หาง่าย เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มี

ใช้ไม่หมดสิ้น เป็น ของเหลือทิ้ง มีราคาถูก ทำให้สามารถใช้ลดต้นทุนการผลิต มีสมบัติเชิงกลดี มีความแข็งแรงและ มอดุลัสสูง ความหนาแน่นต่ำ ทำให้มีน้ำหนักเบา การกันความร้อน ช่วยำจัดและลดกากของเสียจากเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และการลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีความสำคัญและมีมาของการเลือกกากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดดังรายละเอียดต่อไปนี้

มะพร้าว จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคมไทย ซึ่งนอกจากจะสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกแล้วยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปต่อเนื่องเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศได้ อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตคนไทยโดยเฉพาะวัฒนธรรมการบริโภค (สถาบันคลังสมองของชาติ, 2548) มีการปลูกในทุกพื้นที่ของประเทศประมาณ 2.04 ล้านไร่ มีผลผลิตมะพร้าว เท่ากับ 2.75 ล้านตัน มีสัดส่วนการใช้ประโยชน์แบ่งเป็นการบริโภคภายในประเทศ ร้อยละ 60 และร้อยละ 40 สำหรับ ใช้ในอุตสาหกรรมและส่งออก และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้ เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้ของเหลือใช้ ที่ได้ จากมะพร้าวก็ ยอมมีประมาณมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งถ้าไม่สามารถกำจัดเหลือใช้ ที่ได้จากมะพร้าวเหล่านั้นก็จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดโดยการนำกากมะพร้าวมาประยุกต์ ซึ่งกากมะพร้าวเป็นเส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ข้าวโพด ปลูกกันมากในเกือบทุกภาคของประเทศ ภาคเหนือ ปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดหนองคาย นครราชสีมา และภาคกลาง ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วัน ปลูกได้ดีในช่วงฤดูฝน แต่ถ้าเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานสามารถปลูกได้ตลอดปี (4 ครั้ง/ปี) (กรมการค้าภายใน, 2550) ดังนั้นเศษเหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน เช่น ต้นข้าวโพด เปลือกฝักข้าวโพด และไหม จึงมีมากในเกือบทุกภาคของประเทศ และเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในเขตชลประทาน ต้นข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หลังการเก็บเกี่ยว (จินดา, 2539) จากข้อมูลของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ พบว่า ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดหวาน ในรูปข้าวโพดอ่อนสด ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง ข้าวโพดหวานแช่แข็ง และข้าวโพดหวานกระป๋อง โดยในปี พ.ศ.2536 มีการส่งออกประมาณ 36,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 840 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นมาเป็น 82,000 ตัน มูลค่า 2,100 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2540 และปัจจุบันสามารถผลิตได้ประมาณ 4 ล้านตันต่อปี จากพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 6 ล้านไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศที่ต้องการประมาณ 5.5 ล้านตันต่อปี ในจำนวนนี้ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ 60% ที่เหลือ 40% ส่งออกนอกประเทศ ซึ่งจากความต้องการของตลาดโดยเฉพาะเพื่อการใช้ในการผลิตอาหารสัตว์นั้นส่งผลให้พื้นที่สำหรับการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปี (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539ก; กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539ข) จากการค้นคว้าวิจัยเพื่อที่จะนำเอาส่วนเหลือใช้หลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ชนิดต่างๆ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมหาศาลในประเทศจีน โดยต้องกำจัดทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ต้องสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ด้วยการขนไปทิ้ง หรือฝังกลบ หรือไม่ก็ทำการเผาทำลาย อันเป็นการก่อมลภาวะให้แก่สภาพแวดล้อมอีกส่วนหนึ่งต่างหาก ได้มีความพยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อนำเอาเศษเหลือใช้ของพืชไร่หลังการเก็บเกี่ยว

อาทิเช่น ฟางข้าว ต้น-ซังข้าวโพด ต้นถั่วเหลือง ต้นข้าวฟ่าง เปลือกถั่วลิสง มาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยส่วนใหญ่จะนำมาเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงสัตว์สี่กระเพาะ ซึ่งประสิทธิผลก็ไม่สูงเป็นที่น่าพอใจนัก (จินดาและอุเทน, 2534) และก็ไม่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยวเช่น หมู เป็ด ไก่ หรือปลาได้ และพบว่าต้นข้าวโพดมีส่วนประกอบของ วัตถุแห้ง (dry matter) 25.3 % เยื่อใยหยาบ (crude fiber) 26.8 % ไขมัน (ether extract) 0.9 % ลิกนิน 3.8 - 4.3 % และจากการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปีต้องมีต้นเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวจำนวนมากและเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ถ้านำมาเป็นวัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้ และทำให้ราคาไม่สูงมากนักถ้าเทียบกับการผสมวัสดุอื่น เพื่อเป็นการใช้วัสดุที่มีมากให้มีประโยชน์ และลดต้นทุนการผลิต

จากสถานการณ์ปัจจุบันในด้านภาวะโลกร้อน (ขวัญชัย, 2549; โชติชัย, 2550; ประชาชาติธุรกิจ, 2550; สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์, 2550) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและป่าไม้ คุณสมบัติและความต้องการของผลิตภัณฑ์แผ่นไม้อัดซีเมนต์ ปัญหาวัตถุดิบอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ คุณสมบัติเส้นใยธรรมชาติของกากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดมีอยู่มากมายในท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง คือ วัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่เป็นการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ จึงนับเป็นแนวความคิดที่มีประโยชน์ และบูรณาการการใช้วัสดุที่มีเหลือใช้จากการเกษตรจำนวนมากในท้องถิ่นเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ป่าไม้ พลังงาน เพื่อเพิ่มการมูลค่า ช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า เพื่อการส่งเสริมให้ชุมชน และบริษัทฯ ขนาดเล็กได้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่อนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก ทั้งยังเป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์โดยใช้ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผสมเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อน

2) เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้วัสดุผสม สำหรับทำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพด

3) เพื่อทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดเป็นวัสดุผสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

4) เพื่อพัฒนาปรับปรุงผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดเป็นวัสดุผสมเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนที่มีราคาถูก

5) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดทดแทนไม้มาใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม

6) เพื่อนำกากมะพร้าวและต้นข้าวโพดที่มีจำนวนมากในท้องถิ่นมาใช้เกิดประโยชน์และมีมูลค่ามากขึ้นได้มากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ใช้กากมะพร้าว จากพื้นที่ในเขตภาคกลาง

2) ใช้เส้นใยจากต้นข้าวโพด จากพื้นที่ในเขตภาคกลาง

3) ออกแบบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพด ไม่น้อยกว่า 3 อัตราส่วน

4) ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

5) ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ได้แก่

5.1) ผลของการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยทดแทนไม้ด้วยสารเคมี เพื่อช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างเส้นใยทดแทนไม้กับซีเมนต์

5.2) ศึกษาผลของการเร่งการก่อตัวของแผ่นไม้อัดซีเมนต์ด้วยสารเคมี เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการคงรูปของแผ่นไม้อัดซีเมนต์และช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกล

5.3) ศึกษาผลจากการสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดภายในพื้นที่ของจังหวัดที่เป็นแหล่งมะพร้าว ข้าวโพด

2) สามารถกำจัดของเหลือใช้จากภาคการเกษตร ลดการทำลายสิ่งแวดล้อมและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

3) ทราบความเหมาะสมในการที่จะนำกากมะพร้าว ผสม เส้นใยจากต้นข้าวโพดมาใช้ในการป้องกันความร้อนในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์และสามารถนำเป็นองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นวัสดุประกอบในงานวัสดุก่อสร้างได้

4) สามารถให้ความรู้ในการใช้กากมะพร้าวผสม เส้นใยจากต้นข้าวโพดเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์กับภาคธุรกิจ และชุมชน ภายในพื้นที่เป้าหมาย

5) ได้วัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดีและมีราคาถูก

6) เขียนบทความเผยแพร่ในวารสารวิชาการที่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในสาขาวิชา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

7) เข้าร่วมบรรยายในงานประชุมสัมมนาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

8) ทำการจดสิทธิบัตรในนามของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

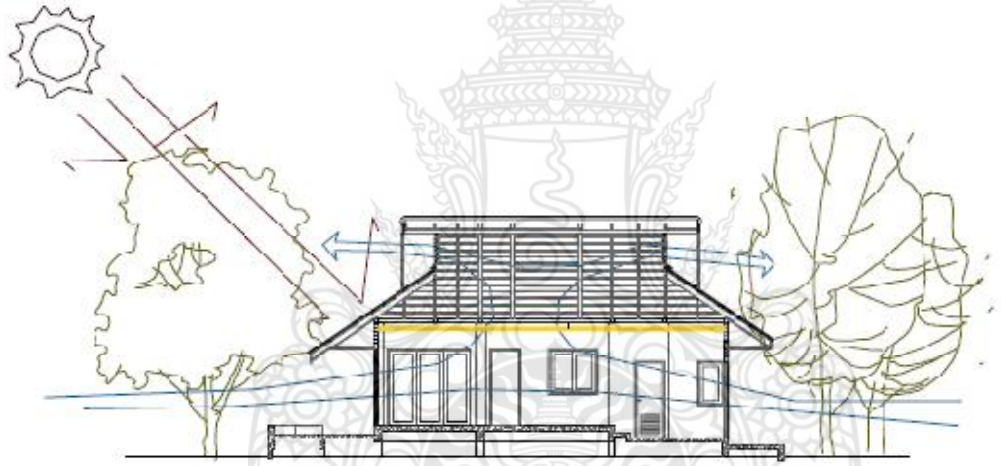
9) สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ในการบูรณาการงานวิจัยร่วมกันตามยุทธศาสตร์ของประเทศ

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

โครงการวิจัยการใช้กากมะพร้าวผสมเส้นใยจากต้นข้าวโพดเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ สามารถใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม โดยมีรายละเอียดทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดในด้านการอนุรักษ์พลังงาน คุณสมบัติทางกายภายและเชิงกล ความแข็งแรง มาตรฐานของวัสดุและผลิตภัณฑ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจากเมืองไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศก็คือ การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร สำหรับบ้านพักอาศัยนั้นก็มีหลายแนวทาง อาทิ การสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร การเลือกใช้การระบายอากาศภายในอาคารอย่างเหมาะสม (สสอ., 2550)



รูปที่ 2.1 การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การที่จะลดความร้อนรวมลงได้ก็จะต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถช่วยลดความร้อนได้ ดังนั้นระบบของวัสดุกรอบอาคารมีส่วนสำคัญในการป้องกันความร้อน ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งตามวัสดุผนังและหลังคา ในที่ได้ศึกษาในด้านวัสดุผนังประเภทแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

2.2 ไม้อัดซีเมนต์

ไม้อัดซีเมนต์ ถือกำเนิดจากแนวความคิดที่จะใช้ประโยชน์จากเศษไม้ที่เหลือจากอุตสาหกรรมไม้อัดและการตัดไม้ซุงจากป่าออกมาใช้ประโยชน์จะมีเศษไม้ ปลายไม้เหลือไว้ในป่าอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ตัดออกมา และเมื่อนำไม้ซุงมาแปรรูปในโรงเลื่อยก็จะเหลือปริมาณไม้แปรรูปประมาณร้อยละ 50 ของไม้ซุงที่เข้าแปรรูป จึงได้คิดวิธีที่นำเศษไม้จำนวนมากเหล่านี้มาเป็นวัตถุดิบ โดยงานวิจัยแผ่นไม้อัดสารแร่ กลุ่มวิจัยพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ได้ค้นคว้าวิจัยเพื่อหาแนวทางในการนำเศษไม้และไม้โตเร็ว โดยเฉพาะ

ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า “แผ่นวัสดุที่ทำจากไม้ Wood Base Panel” ซึ่งได้แก่ ไม้อัด(Plywood) แผ่นไม้อัด (Particle Bord) แผ่นชิ้นไม้อัด (Fiber Board) บล็อดบอร์ด (Block Board) และผลิตภัณฑ์ไม้อัดสารแร่ (Mineral Bonded Panel Products) ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ออกได้วัดถุดิบและสารเชื่อมประเภทที่ได้จากสารแร่ (Inorganic Binder) หลายชนิดด้วยกัน เช่น แผ่นไม้อัดยิปซั่ม เป็นต้น (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2539)

สำหรับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์นั้น มีคุณสมบัติพิเศษรวมกันทั้งของไม้และซีเมนต์กล่าวคือ ทนน้ำ ทนไฟ ทนปลวกและแมลง สามารถตกแต่งได้เช่น การตัด การเจาะ ได้เช่นเดียวกับไม้ โดยไม้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ การฉาบผิวของผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์กระทำได้โดยวิธีธรรมดา เช่น การลงแลกเกอร์ การฉาบผิวด้วยสี หรือน้ำมันต่างๆ การปะหน้าด้วยพีวีซี หรือแผ่นไม้บางวีเนียร เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถใช้เครื่องมือธรรมดาตดแต่งได้ จึงสามารถนำไปใช้ทำบังใบ มนขอบทำลิ้นได้ นอกจากนี้ บริษัท Bison Werke จำกัด ในสหพันธ์สาธารณารัฐเยอรมันได้พัฒนาวิธีที่เรียกว่า “การพับ” (Flolding) โดยใช้ใบมีดของเครื่องจักรเซาะผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์เป็นร่อง ให้ตัวร่องเป็นมุมฉากแล้วหักพับเป็นมุมเหลี่ยมต่างๆ ได้ เช่นในลักษณะตัว L ตัว C ตัว U และตัว T เป็นต้น โดยการใช้กาวยึดรอยพับให้แน่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้กว้างมากขึ้น

ประเทศต่างๆ ได้ให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์กันอย่างมากโดยผลิตภัณฑ์นี้เข้ามามีบทบาทอย่างสำคัญสำหรับใช้ในการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปและใช้เป็นส่วนประกอบของบ้านเรือน ซึ่งทำให้ต้นทุนในด้านวัสดุก่อสร้างถูกลงมาก อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) อุตสาหกรรมแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ หรือมีชื่อเรียกกันในวงการป่าไม้ว่า Wood-Wood Board หรือ ว่า Wood-Wood Cement Slabs ซึ่งเขียนเป็นตัวย่อว่า W.W.S. และมีชื่อเรียกตามมาตรฐาน มอก.442-2525 ว่า “แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์ชนิดใช้งานทั่วไป” อุตสาหกรรมประเภทนี้เกิดขึ้นในประเทศไทยมาร่วม 26 ปีเศษแล้ว โดยมีวิธีการผลิตจากการนำไม้ท่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ท่อนซุงที่มีลักษณะดีงามและกลมมาทอนเป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 40-50 ซม. ผ่าท่อนนั้นเป็น 2 ซีก แล้วขูดซีกของท่อนซุงด้วยเครื่องทำฝอยไม้ (Wood-Wood Machine) ฝอยที่ขูดออกมาจะเป็นลักษณะขี้กบบางๆ กว้างราว 4-5 มม. หนาราว 0.2-1 มม. ยาวประมาณ 50 ซม. ต่อจากนั้นนำไปผสมกับซีเมนต์ปอร์แลนด์ วัตถุเคมีบางอย่างละน้ำ แล้วนำไปเข้าแบบอัดเป็นแผ่น มีความหนาตั้งแต่ 0.5 นิ้วถึง 4 นิ้ว ส่วนความกว้าง ความยาวของแผ่นเส้นฝอยอัดซีเมนต์นั้น โดยมากใช้ขนาดมาตรฐาน 1x2 เมตร นำไปผึ่งให้ซีเมนต์แห้ง จะมีความยืดหดตัวน้อย สามารถกันเสียง และเป็นฉนวนกันความร้อนความหนาวได้ดี เหมาะสำหรับทำฝ้าเพดาน และฝากั้นห้อง คุณสมบัติพิเศษคือสามารถฉาบปูนได้เนื่องมีผิวที่หยาบเกาะยึดปูนฉาบได้ดี จึงสามารถนำไปทำฝาห้องได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร แต่สิ่งที่ควรระวังคือไม้ที่นำมาขูดทำเส้นไม้ (Wood-Wood) จะต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะยึดเกาะซีเมนต์ได้ โดยที่ไม้เหล่านั้นจะต้องไม่มีปริมาณสารแทรกเช่น น้ำตาล ไขมัน น้ำมัน (Resin) เป็นต้น มากเกินควร เพราะสารเหล่านี้จะเป็นตัวการขัดขวางปฏิกิริยาแข็งตัวระหว่างไม้กับซีเมนต์ ไม้ที่เหมาะจะนำมาเป็นวัตถุดิบได้แก่ ไม้ก่อ มะอ้าแดง อินทนิน ไม้สน และยูคาลิปตัส ฯลฯ สำหรับในต่างประเทศในทวีปยุโรปสามารถนำไม้เนื้ออ่อนชนิดต่างๆ มาผลิตแผ่นฝอยอัดซีเมนต์ โดยใช้น้ำยาเคมีช่วย อย่างไรก็ตามแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ในประเทศไทยยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร เนื่องจากต้นทุนการดำเนินงานสูง วัตถุดิบหลักคือซีเมนต์และไม้ ซึ่งต้องเลือกชนิดยืดเกาะกับซีเมนต์และเลือกท่อนโตเปลาตรง เพื่อจะขุดได้ฝอยไม้เส้นยาว ทำให้วัตถุดิบมีราคาสูง ซึ่งผู้ปะกอบการสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยปลูกสร้างสวนป่าเองเพื่อจะมีไม้ชนิดที่ต้องการมาป้อนเป็นวัตถุดิบอ่างสม่ำเสมอและร่วมทุนกับบริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในประเทศออสเตรีย และสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติได้ทำการสำรวจพบว่า ในปี 21 ทั่วโลกมีปริมาณการผลิตแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ราว 7.6 ล้านลูกบาศก์เมตร และคาดคะเนต่อไปว่าอัตราการใช้แผ่นเส้นไม้อัด

ซีเมนต์ของโลกจะถีบตัวสูงขึ้นถึง 15.0 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยที่แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์จะเป็นที่นิยมนำมาใช้ทำองค์ประกอบอาคารทั่วไปและอาคารสำเร็จรูปมากขึ้นในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา การคาดคะเนนี้ อาศัยพื้นฐานจากการคาดการณ์ว่าบรรดาบ้านราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อยทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นราวปีละ 1 ล้านหลังทุกปี และบ้านเหล่านี้จะหันมาใช้แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์กันมากขึ้น เพราะมีราคาถูกและยังมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ คือ ทนไฟ ทนปลวก เชื้อรา สมารถฉาบตัดแต่งได้ และมีความทนทานสูงอีกด้วย โดยส่วนประกบของแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ใน 1 ลูกบาศก์เมตรประกอบด้วยเส้นไม้ 120-140 กิโลกรัม ซีเมนต์ 240-250 กิโลกรัม น้ำ 120-140 ลิตร และเกลือ 3-35 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้จะต้องเป็นซีเมนต์ชนิดปอร์ตแลนด์ 350 หรือ 450 ทั้งนี้ควรใช้น้ำสะอาดและเกลือจะเป็นตัวเร่งให้แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์แห้งเร็วขึ้นปกติแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์แผ่นหนึ่งจะมีขนาดมาตรฐานตามที่ระบุไว้ใน มอก. 422-2525 เรื่องแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์

2) อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Cement-Bonded Particle-Boards) ชิ้นไม้สับ (Wood Chip) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับอุตสาหกรรมนี้เป็นวัตถุดิบเช่นเดียวกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเคิ้ลบอร์ดโดยทั่วๆ ไป คุณสมบัติของไม้ที่ต้องเลือกคือจะต้องเป็นไม้สับที่บางและยาว ซึ่งจะทำให้แผ่นผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น ขนาดของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ โดยทั่วไปมี 2 ขนาดคือ 1,250x2,240 มม. และขนาด 1,250x2,800 มม. ส่วนความหนานั้นมีตั้งแต่ 8-40 มม. ความแน่น (Density) สูงสุด 1,250 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถ้าส่วนผสมระหว่างชิ้นไม้สับกับซีเมนต์เป็นอัตราส่วน 1:2:75 โดยน้ำหนัก การจะลดความหนาแน่นให้ต่ำลงสามารถทำได้ด้วยการลดอัตราส่วนผสมของซีเมนต์ลง แต่จะทำให้อัตราการทนไฟต่ำลงและทำให้การพองตัวเมื่อถูกน้ำเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแผ่นชิ้นไม้สับอัดซีเมนต์ที่ลดความหนาแน่นโดยวิธีลดอัตราส่วนผสมของซีเมนต์นั้นอาจนำไปใช้ทำฝากันห้องทำเพดานและทำส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างที่ต้องการความทนไฟสูง และมีมาตรฐาน มอก. 878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง

3) อุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ (Cement-Bonded Fiber Board) อุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษาค้นคว้าผลิตออกมาเป็นรูปแบบอุตสาหกรรม เพราะมีกรรมวิธีการผลิตเช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ มีข้อแตกต่างเพียงใช้เส้นใยจากไม้แทนที่จะเป็นชิ้นไม้ การผลิตควรจะสร้างเป็นโรงงานผนวกกับโรงงานไม้อัดแผ่นเรียบ (Fiber-Board) เนื่องจากอุตสาหกรรมวัตถุดิบสำคัญของอุตสาหกรรมนี้ คือเส้นใยไม้ ซึ่งโรงงานไฟเบอร์บอร์ดต้องผลิตอยู่แล้ว ในอนาคตเส้นใยที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิล และพืชการเกษตรที่มีความสำคัญมากดังเช่น ปาล์มน้ำมันอาจเป็นสิ่งทดแทนเส้นใยที่ได้จากแร่ใยหิน (Asbestos) เพราะได้มีกฎหมายห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างเนื่องจากมลพิษในสภาพแวดล้อม และอุตสาหกรรมนี้ยังไม่มีผลิตออกมาเป็นสินค้าจึงเป็นเรื่องที่ศึกษาทดลอง ตลอดจนถึงการศึกษาการผลิตอิฐบล็อกด้วยไฟเบอร์ผสมซีเมนต์และชิ้นไม้สับผสมซีเมนต์ด้วย

2.3 โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุลแสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และ

ระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

2.4 ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ

จากสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศซึ่งเข้าขั้นวิกฤต และสูญเสียระบบนิเวศน์ที่ดี จนกระทั่งรัฐดำเนินการปิดป่าสัมปทานในที่สุด เหตุการณ์ดังกล่าวมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ (Wood-baed panel industry) ในด้านวัตถุดิบไม้ การใช้ไม้ที่มีลำต้นใหญ่ๆ คงมีน้อยลงหรืออาจจะหมดไปในอนาคต (ธวัช, 2551)

ในปัจจุบันเราอาจแก้ไขปัญหานี้โดยการสั่งซื้อไม้ซุงจากต่างประเทศเริ่มจากประเทศใกล้เคียงคือ พม่า มาเลเซีย ลาว เวียดนาม อินโดนีเซีย จนไกลออกไปถึงประเทศในแถบแอฟริกา และอเมริกา ซึ่งการพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศนั้นจะหาความมั่นคงและแน่นอนในอนาคตได้ยาก ดังนั้นหันมาพิจารณาวัตถุดิบไม้ในประเทศของเราดีกว่าที่จะหวังพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศ

การแก้ไขวัตถุดิบไม้ในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบจะต้องคิดหาวิธีการนำไม้ทอนเล็ก ๆ เศษไม้ ปลายไม้ปรืไม้โตเร็วอื่น ๆ ตลอดจนไม้ยางพาราและพืชที่ไม่ใช้ต้นไม้หรือพืชเส้นใยทางเกษตร (Fiber crops) มาวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาประยุกต์ใช้ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาในประเด็นของวัตถุดิบในปัจจุบันและวัตถุดิบในอนาคต ดังนี้

1) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในปัจจุบัน จำแนกได้ 2 กลุ่มดังนี้

1.1) ไม้ (Wood) ไม้เกือบทุกชนิด สามารถนำมาผลิตเป็นไม้อัดไม้ประกอบได้ ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- ไม้อัด ไม้บาง (Plywood, veneer) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิชัน ไม้ประดู่ ไม้ตองจิง ไม้จำปา ไม้สยา และไม้กะบาก เป็นต้น
- แผ่นไม้ประกอบ (Composite board) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้รัง เป็นต้น
- แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยางพาราไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น
- แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส และเศษไม้ปลายไม้ชนิดต่างๆ เป็นต้น
- แผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood mineral-bonded panel) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สมพง และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

1.2) พืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood) พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (Tree) ได้แก่ ไม้ไผ่ มะพร้าว ตาล และพืชเส้นใยทางเกษตร ได้แก่ อ้อย ปาล์มน้ำมัน ข้าว ฝ้าย ปอแก้ว เป็นต้น ที่ใช้ปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบดังนี้

- แผ่นใยไม้อัด วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ชานอ้อย
- แผ่นฟางอัด วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ฟางข้าว

2) วัตถุดิบในอนาคต

วัตถุดิบที่มีแนวโน้มนำมาใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในอนาคต จำแนกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1) วัตถุดิบไม้ (wood material) วัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะใช้ได้ในอนาคต คือ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่น ๆ

2.2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ ที่มีแนวโน้มในการนำมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ ได้แก่ ไม้ไผ่ ปาล์มน้ำมัน ชานอ้อย ฟางข้าว ปอแก้ว และมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)

ชนิดไม้	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
ข้าวนาปี	25,950,364	12,590,919	11,752,901	3,615,859	53,910,043
ข้าวนาปัง	361,559	854,327	3,136,422	211,682	4,583,990
ข้าวฟ่าง	39,438	533,752	532,114	-	1,105,304
มันสำปะหลัง	5,926,308	720,463	3,232,588	-	9,879,69
อ้อย	532,091	613,231	2,518,327	-	3,663,649
ปอแก้ว	960,787	-	44,668	-	1,005,455
ฝ้าย	41,164	227,689	143,414	-	412,26
ถั่วลิสง	201,877	425,186	102,063	33,493	762,619
ถั่วเหลือง	323,840	1,693,467	243,084	-	2,260,391
ถั่วเขียว	223,317	2,318,959	325,667	31,980	2,899,923
ปาล์มน้ำมัน	*	*	*	*	615,000
มะพร้าว	*	*	*	*	2,545,000
ละหุ่ง	*	*	*	*	263,400
สับปะรด	*	*	*	*	395,000

หมายเหตุ * = ไม่มีข้อมูล, ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว
ที่มา “สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31” สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

จากข้อมูลปี 2525 มีพื้นที่ป่าไผ่อยู่ประมาณ 8,100 ตร.กม. ในป่าไผ่รวก (Thyrsostactiys siamensis Gamble) พื้นที่ 1 ไร่ จะมีปริมาณไผ่รวกประมาณ 1 ตัน หากปลูกเป็นอุตสาหกรรมและได้มีการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะให้ผลผลิตของไม้เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 3 ตันต่อไร่

ปัจจุบันกรมป่าไม้ได้ส่งเสริมสนับสนุนการปลูกไผ่ คือภาคเอกชนมีการปลูกไผ่ตง (Dendrocalamusasper Back.) ในเขตท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดใกล้เคียงประมาณ 40,000 ไร่ และปลูกไผ่รวกในเขตท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร เนื้อที่ประมาณ 2,000ไร่ ส่วนกรมป่าไม้ได้ดำเนินการปลูกที่จังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น พิษณุโลก เพชรบูรณ์ (เขาค้อ) พะเยา สงขลา เชียงใหม่ และสกลนคร รวมพื้นที่ 790 ไร่ และมีโครงการส่งเสริมในพื้นที่อื่นๆ อีกด้วย

การได้มาของวัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตรเหล่านี้ วัตถุดิบชานอ้อยค่อนข้างจะเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าพืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ กล่าวคือชานอ้อยนั้นจะได้มาจากโรงงานน้ำตาลเมื่อทำการหีบอ้อยเอาน้ำตาลแล้วเหลือชานอ้อยไว้ จึงสามารถรวบรวมชานอ้อยมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดได้

ส่วนพืชเส้นใยอื่น ๆ นั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงการได้มาของเศษเหลือเหล่านั้นเพื่อรวบรวมเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบต่อไป ซึ่งมีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการรวบรวมได้

เช่นเดียวกับชานอ้อยนอกจากพืชเส้นใยทางเกษตรที่กล่าวมาแล้วยังมีพืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ ที่มีปริมาณมากและน่าสนใจ ได้แก่ ฝ้าย ละหุ่ง สับปะรด ถั่วชนิดต่างๆ เช่น ถั่วลิวง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น

สิ่งหนึ่งที่น่าสนใจของการใช้วัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตร (หรือแม้แต่ไม้) ในอนาคตก็คือ การนำวัตถุดิบหลาย ๆ ชนิดมาใช้รวมกันในอัตราส่วนที่ประกอบได้ ทั้งนี้เพื่อขจัดปัญหาในการขาดแคลนวัตถุดิบในแต่ละชนิดซึ่งอาจไม่เพียงพอในบางฤดูกาล

การนำพืชเส้นใยทางเกษตรมาใช้จะต้องมีการวางแผนการจัดการอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาถึงปริมาณวัตถุดิบที่ต้องจัดให้เพียงพอตลอดปีการกระจายของแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งจะต้องเก็บรวบรวมตลอดจนการเก็บรักษา และอาจส่งผลไปถึงสถานที่ตั้งโรงงานในอนาคตที่จะจ้องกระจายไปตามแหล่งวัตถุดิบดังกล่าวด้วย

จากสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ลักษณะของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบแต่เดิมซึ่งได้แก่ไม้ขนาดใหญ่จากป่าธรรมชาติเปลี่ยนไปเป็นไม้ขนาดเล็กลงจากสวนป่าไม้โตเร็วหรือจากสวนยางพาราตลอดจนเศษเหลือจากพืชเส้นใยเกษตร วัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้จะเป็นตัวชี้นำให้เทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบพัฒนาปรับยกตัวให้มาใช้วัตถุดิบเหล่านี้ให้ได้กล่าวคืออุตสาหกรรมไม้อัด ไม้ประกอบจะต้องพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถปอก (Peeling) หรือผ่าน (Slicing) ท่อนไม้ขนาดเล็กๆ ได้ สวนอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบอื่นๆ ก้อคงต้องพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีที่จะนำชิ้นส่วนเล็กๆ หรือเส้นใยขอวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ต่อไป ซึ่งก็มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอยู่แล้วหลายชนิด และจะมีการนำชนิดอื่น ๆ มาใช้ต่อไป

โดยสรุปแล้วแนวโน้มของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบในอนาคตทุกชนิดจะต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้สามารถนำวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ให้ได้นั่นเอง ซึ่งการปรับเปลี่ยนก็จะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในเชิง อุตสาหกรรมที่จะต้องมีวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดการนำวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดในการนำวัตถุดิบมาผสมรวมกันทั้งไม้และพืชเส้นใยทางเกษตรต่างๆ เพื่อให้การผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบตอบสนองความต้องการใช้แผ่นไม้อัดไม้ประกอบใยอนาคตนั่นเอง

2.5 การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นไม้เทียม

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนี้ มีชื่อเรียกทางวิชาการว่า ลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ กากวัสดุเหลือทิ้งจากพืชเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรแทบทุกชนิด รวมทั้งกากวัสดุซึ่งเหลือทิ้งจากการนำไปสกัดสารทางเภสัชและน้ำผลไม้แล้ว ล่าสุดจากการวิจัยยังพบว่ากากพืชผลทางเกษตรแทบทุกชนิด โดยเฉพาะสมุนไพรที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เช่น กากขิง ตะไคร้ เห็ดหลินจือ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกเก็กฮวย รกมะขาม เปลือกส้ม เปลือกมะนาว และขิง เป็นต้น ตลอดจนวัชพืชที่ไม่มีประโยชน์ เช่น ผักตบชวา หญ้าคา หญ้าขจรจบ หญ้าสลาบหลวง ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีเศษวัสดุพืชเกษตรอื่น ได้แก่ เศษวัสดุพืชเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นและก้านในของปาล์มน้ำมัน ต้นข้างฟาง ต้นปอกระสาปออื่นๆ ไผ่ตายขุย ฟางข้าวหญ้าแฝก และหญ้าชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุจากอุตสาหกรรมพืชเกษตร เช่น ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง แกลบ ทะลายเปล่าของผลปาล์มน้ำมันขุยและใยกาบมะพร้าว ซังข้าวโพดฯลฯ ล้วนแล้วแต่นำมาทำเป็นไม้เทียมได้ เศษวัสดุเหล่านี้มีปริมาณมหาศาล แม้จะมีการนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในลักษณะต่างๆ รวมทั้งนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว แต่ก็เป็นเพียงปริมาณน้องละยังเหลือทิ้งอยู่อีกมาก กรมป่าไม้จึงได้ดำเนินการพัฒนานำวัสดุธรรมชาติข้าต้นทั้งหมดผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ในรูปของแผ่นอัดเรียบต่างๆ เช่น แผ่นชิ้นอัด แผ่นใยอัด แผ่นฉนวนชนิดพับได้ แผ่นวัสดุผสมพลาสติกรีไซเคิล เป็นต้น แผ่นวัสดุข้างต้นสามารถใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติได้เป็นอย่างดี มีคุณภาพผ่านเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานแผ่นอัดที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาใช้งานเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงไม้จริงได้จนเป็นที่ยอมรับทั่วไป โดยทีม

นักวิจัยมุ่งพัฒนาด้านเทคโนโลยีการผลิตสำหรับชุมชนและอุตสาหกรรมขนาดย่อย เพื่อให้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนแบบเดียวกันหมดแม้จะใช้วัตถุดิบต่างกัน เริ่มต้นจากการนำวัสดุเหลือทิ้งข้างต้นมาคัดคุณภาพและแปรสภาพลดรูปตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับลักษณะวัตถุดิบและความต้องการของชนิดแผ่นอัดที่ผลิต แล้วนำมาผสมกับสารเชื่อมยึดในปริมาณเล็กน้อย จากนั้นนำมาขึ้นรูปเตรียมอัดก่อนเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิสูงและเวลาสั้นๆ เพียงเท่านี้ก็จะได้แผนวัสดุทดแทนไม้ที่สามารถนำมาตัด เซาะ เพลาะ เข้าเดือย และประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหมาะสำหรับผลิตเป็นของใช้ของประดับตกแต่งบ้าน รวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ใช้ในครัวเรือนและเครื่องเขียน หรือจะประยุกต์ตกแต่งผสมผสานกับวัสดุอื่นๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้เป็นหลัก ซึ่งสามารถใช้ได้เช่นเดียวกับไม้จริงธรรมชาตินอกจากจะมีความแข็งแรงแล้ว ยังมีสีสันสวยงามแปลกตาเป็นลวดลายตามธรรมชาติ และมีความหอมของสมุนไพรของวัสดุธรรมชาติเดิมที่นำมาผลิต เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สอยเกี่ยวกับสุขภาพและความงามซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ (วรธรรม, 2547)

จากข้อมูลการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ คุณสมบัติทางเคมีของโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้ และการศึกษามอร์ต้าร์มวลเบาผสม จะเป็นแนวทางความคิดในการนำกากมะพร้าว ผสม เส้นใยจากต้นข้าวโพด ทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี มีความแข็งแรง ลดการแตกร้าวและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

2.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติสำหรับผสมลงในซีเมนต์ที่ทำการรวบรวมมาพอสังเขป สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ธวัช จิรายุส (2528) ทำการศึกษาการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัสและทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลเลน (Eucalyptus camal-dulensis Dehnh) ซึ่งเป็นไม้ชนิดแรกที่ได้มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Wood cement particleboard) ในประเทศ ผลการศึกษาคุณสมบัติการเกาะยึดระหว่างไม้กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ตราเพชร โดยใช้สารเคมี 3 ชนิด เป็นสารปรับปรุงความแข็งแรงในการเกาะยึด พบว่า การใช้สารเคมีประเภท อนินทรีย์ถึง 2 ชนิด คือ โซเดียมซิลิเกต และอลูมิเนียมซัลเฟต สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการเกาะยึดระหว่างไม้ยูคาลิปตัสกับซีเมนต์ให้สูงขึ้นได้ ถึง 2 เท่าตัว เมื่อเทียบกับการเกาะยึดในสภาพธรรมดาที่ไม่ใช้สารเคมี แต่สำหรับการใช้สารเคมีชนิดแคลเซียมคลอไรด์ กลับให้ค่าที่ต่ำกว่าในสภาพธรรมดา ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณการใช้สารเคมีชนิดนี้มากเกินไป จนทำให้ซีเมนต์แข็งตัวเร็วเกินไป (flash set) การทดสอบหาแรงเกาะยึด ระหว่างไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ จากท้องตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการหาวัตถุดิบที่เหมาะสมและเพื่อเป็นการปรับปรุงวัตถุดิบโดยใช้สารเคมีเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาและช่วยให้การเกาะยึดดีขึ้น เป็นการศึกษาเบื้องต้นในระบบวิธีการไม้-ซีเมนต์ (Wood cement system) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ง่ายกว่าและสิ้นเปลืองน้อยกว่าวิธีศึกษาหาความเหมาะสมโดยวิธีที่เรียกกันว่า Hydration temperature method ที่ใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์พิจารณาตัดสินว่าไม้ชนิดใดมีคุณลักษณะเหมาะสมในการที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ อุณหภูมิที่ว่านี้ คือ อุณหภูมิในการแข็งตัวของส่วนผสมของไม้และซีเมนต์ ชนิดไม้ที่ลดอุณหภูมิสูงสุดลงจนทำให้การแข็งตัวของซีเมนต์เสียไปจนต่ำกว่าเกณฑ์ตัดสินที่ตั้งไว้ ถือว่าไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมกับซีเมนต์ อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวนี้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการ

บันทึกอุณหภูมิโดยอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูงและมีราคาแพง และยังเป็นวิธีที่ไม่สามารถชี้ให้เห็นชัดถึงแรงยึดเหนี่ยวกันอย่างแท้จริงระหว่างไม้กับซีเมนต์ เป็นเพียงวิธีหาความเหมาะสมของชนิดของวัตถุดิบต่อการแข็งตัวของซีเมนต์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางเคมีที่มีการคายความร้อนเกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาหาวิธีปรับปรุงวัตถุดิบที่ได้จากไม้เท่าที่สามารถจะกระทำโดยเร็วนอกเหนือไปจากการทดลองทำแผ่นทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ในส่วนวัสดุและวิธีการทดลองของการศึกษาการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัสและทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลเลน เริ่มจากการนำไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสที่ได้มาจากสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ ไม้ที่ใช้ทดลองอายุประมาณ 20 ปี นำไม้มาตัดเป็นแท่งเล็กๆ ขนาด 200 มม. x 15 มม. x 5 มม. เลือกเอาแท่งไม้ที่มีเสี้ยนตรงไม่บิด และส่วนปลายปราศจากตำหนิเช่น ตา, รอยแตกร้าว ฯลฯ แช่แท่งไม้ทดสอบที่คัดดีแล้วในน้ำกลั่น และน้ำกลั่นที่มีสารเคมีผสมอยู่ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก สารละเลยเคมีที่ใช้เปรียบเทียบมี 3 ชนิด คือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ปักแท่งไม้ทดสอบให้จมลงในส่วนผสมของซีเมนต์กับน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ โดยมีอัตราส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ 400 กรัม และน้ำกลั่น 160 มิลลิลิตร ภายในถ้วยกระดาษขนาด 200 มิลลิลิตร ระยะเวลาที่แช่แท่งไม้ในน้ำกลั่นหรือสารละลายประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจึงนำไม้ออกมาซับน้ำผิวหน้าออกให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงปักไม้ลงในถ้วยที่บรรจุส่วนผสมในระดับลึก 50 มม. ให้ตั้งฉากกับผิวหน้าของซีเมนต์แต่ละถ้วย โดยใช้แบบที่ทำขึ้นจากเหล็กแต่ละถ้วย โดยใช้แบบที่ทำขึ้นจากเหล็กฉากมีรูเป็นตัวบังคับ หลังปล่อยให้ส่วยผสมซีเมนต์แข็งตัวภายในสภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำแบบถ้วยทดลองทั้งหมดไปทำการทดสอบหาแรงดึง (tension test) แล้วบันทึกค่าแรงดึงสูงสุด (Failling load) ที่ทำให้แท่งทดสอบหลุดออกจากถ้วยซีเมนต์ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดสอบกับน้ำกลั่น 1 ชุด และกับสารละลายอีก 3 ชนิด ๆ ละ 1 ชุดทดสอบ รวมเป็น 4 ชุดทดสอบ โดยเตรียมการทดลองไว้ชุดทดสอบละ 6 จำนวนซ้ำ (ธวัช, 2528)

สำหรับผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง จากการศึกษาทดลองการเกาะยึดระหว่างไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส โดยวิธี Stick test method โดยการทดลองใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ อลูมิเนียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, และโซเดียมซิลิเกต เป็นสารปรับปรุงคุณภาพฉาบผิวและซึมเข้าในเนื้อไม้เพื่อเร่งการแข็งตัวของซีเมนต์ และปรับปรุงการเกาะยึดโดยใช้สภาวะที่ไม่ได้ใช้สารเคมี (ใช้น้ำอย่างเดียว) เป็นการทดลองเปรียบเทียบ สามารถสรุปผลเป็นข้อๆ ได้ว่า

1.1) การใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต และอลูมิเนียมซัลเฟต สามารถให้ค่าความแข็งแรงด้านแรงดึงยึดเหนี่ยวระหว่างไม้และซีเมนต์เฉลี่ยสูงกว่าสภาวะทดลองที่ไม่ใช้สารเคมีเป็นตัวเปรียบเทียม ตามลำดับ แต่การทดลองใช้สารเคมีชนิดแคลเซียมคลอไรด์ กลับให้ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยต่ำกว่าการทดลองเปรียบเทียบที่ไม่ใช้สารเคมี (ใช้น้ำอย่างเดียว) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไมยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ตราเพชร จากการใช้น้ำและสารเคมีต่างๆ (ธวัช, 2528)

สารละลายที่ใช้	น้ำ	แคลเซียมคลอไรด์	อลูมิเนียมซัลเฟต	โซเดียมซิลิเกต
ปริมาณสารละลายที่ดูดซึม (ASA), กรัม[1]	2.97	1.41	1.59	2.60
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของการเกาะยึดไม้กับซีเมนต์, นิวตัน[2]	276.23 กข [3]	233.41 ก	490.02 ขค	540.53 ค

หมายเหตุ [1] ASA = Amount of solution absorbed

[2] เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลองทำ 6 ซ้ำ, 1 กก. แรง x 9.807 = 1 นิวตัน

[3] เป็นการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงโดยวิธี Duncan's new multiple range test ซึ่งตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกัน แสดงว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ดังตารางที่ 3 พบว่า สภาวะการทดลองต่างๆ จากการใช้สารเคมี 3 ชนิด และน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) เท่ากับ ร้อยละ 49.60

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากค่าความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ในการทดลองด้วยน้ำและสารเคมีต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F
Blocks	5	151,502.17	30,300.43	0.83 ^{NS}
Treatments	3	420,180.26	140,060.09	3.84 *
Error	15	547,071.07	36,471.40	

หมายเหตุ CV = 49.60%

NS คือ ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

1.3) เมื่อทำการตรวจสองความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงการใช้สารเคมีโดยวิธี Duncan's new multiple range test พบว่า

ก. การใช้สารเคมีชนิดอลูมิเนียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับการทดลองที่ไม่ใช้สารเคมี

ข. การใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต ให้ค่าความแข็งแรงของการยึดเหนี่ยวระหว่างไม้และซีเมนต์สูงที่สุด คือ 540.53 นิวตัน

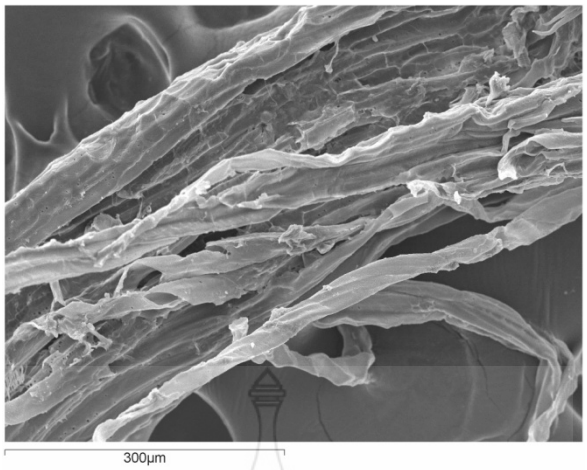
ผลที่ได้สามารถสรุปได้ว่า การใช้สารเคมีเพื่อช่วยปรับปรุงการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ครั้งนี้นั้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงการเกาะยึดได้มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สารเคมีดังกล่าวช่วยลดอิทธิพลยับยั้งต่างๆ ในการจับยึดระหว่าไม้และซีเมนต์ได้ ถึงแม้ว่าในกรณีของสารแคลเซียมคลอไรด์ จะให้ค่าความแข็งแรงที่ต่ำกว่าสภาพธรรมดา ซึ่งไม่ใช้สารเคมีก็ตาม แต่ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้อาจมากเกินไปแทนที่จะช่วยให้ไม้และซีเมนต์จับยึดกันดีขึ้น แต่ทำให้กลับลดลงสาเหตุนี้อาจอธิบายได้ว่า สารเคมีชนิดนี้นั้นโดยปกติเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของซีเมนต์ให้เร็วขึ้น แต่การใช้ปริมาณมากไปซีเมนต์ก็จะเกิดการแข็งตัวเร็วเกินไป (flash set) จนไม้และซีเมนต์มีอัตราการเกาะยึดที่น้อยไป อีกสาเหตุหนึ่งก็คือ ความแปรผันภายในไม้ที่ใช้ทำการทดลองที่ค่อนข้างสูง โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า มีความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) ที่เกิดขึ้นในการทดลองค่อนข้างสูงซึ่งไม่สามารถทราบเหตุที่แน่นอน อย่างไรก็ดี ผลที่ได้นับเป็นข้อยืนยันที่เพียงพอพิสูจน์ได้ว่า ในการใช้ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จับยึดกับซีเมนต์นั้น หากมีการใช้สารเคมีอนินทรีย์ (mineral chemicals) ผสมกับน้ำด้วยจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึด

จับระหว่างไม้และซีเมนต์ให้สูงขึ้นได้โดยเฉพาะการใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต ที่ให้ค่าความแข็งแรงมากกว่าถึง 2 เท่า เทียมกับสภาพธรรมดาเมื่อไม่ใช้สารเคมี

2) ประชุม คำพุฒ ทำการศึกษาสมบัติของมอร์ต้าร์น้ำหนักเบา โดยการใช้เส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุผสมเพิ่ม ออกแบบส่วนผสมของมอร์ต้าร์ให้มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียดร่อนค้างตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 1: 2.75 โดยน้ำหนัก และกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในสัดส่วนประมาณ 0.83 ซึ่งจะใช้เส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ เท่ากับร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนัก นำไปหล่อก้อนตัวอย่างมอร์ต้าร์ทดสอบ โดยขนาด 5 × 5 × 5 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังอัด และขนาด 4 × 4 × 16 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังดัด นำตัวอย่างทั้ง 2 ขนาด มาหาค่าการดูดซึมน้ำและหน่วยน้ำหนักของมอร์ต้าร์ ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14 และ 28 วัน ผลการทดสอบ พบว่า เมื่อผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มอร์ต้าร์มีกำลังดัดและการดูดซึมน้ำสูงขึ้น ส่วนกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักจะต่ำลง ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วสามารถนำเส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนไปพัฒนาใช้ในงานคอนกรีตน้ำหนักเบามีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังนี้

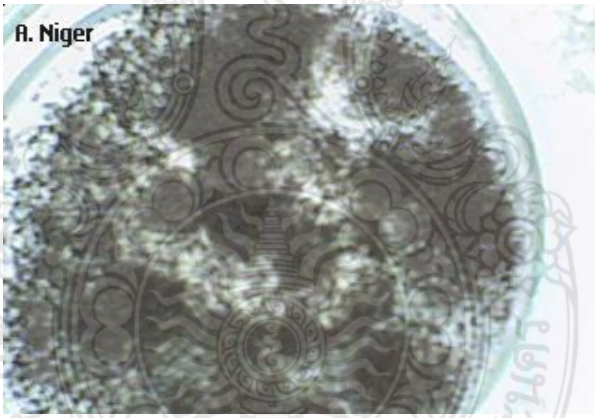
ส่วนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1 (สมอ., 2547), ทรายก่อสร้าง ตาม มอก. 566-2528 (สมอ., 2528) ที่ผ่านการบดละเอียด และร่อนค้างตะแกรงเบอร์ 200, น้ำประปา, ตะแกรงร่อนแยกขนาดวัสดุ ตามมาตรฐาน ASTM C136 (ASTM, 2010), แบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 ลบ.ซม. และขนาด 4 x 4 x 16 ลบ.ซม., ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความถ่วงจำเพาะ, เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine), และเส้นใยเปลือกทุเรียนหมอนทองจากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน มีความยาวไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร โดยลักษณะทางกายภาพของเส้นใยเปลือกทุเรียน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และ 2.3

รูปที่ 2.2 ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทอง

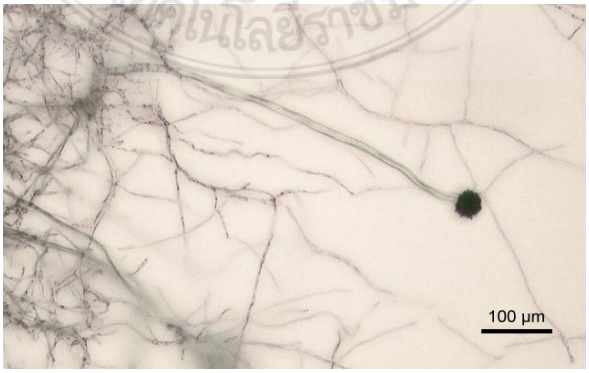


รูปที่ 2.3 ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทองที่กำลังขยาย 200 เท่า ด้วย SEM

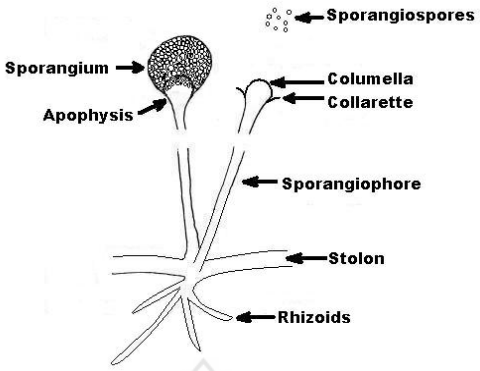
โดยขั้นตอนการแยกเส้นใยทุเรียนอย่างง่าย เริ่มจากการนำเปลือกทุเรียนสดมาหั่นเป็นชิ้นตามแนวขวางของเปลือก กว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ต่อชิ้น แล้วนำเปลือกที่หั่นแล้วมาใส่ในถุง ประมาณ 3/4 ของปริมาตรถุง แล้วปิดปากถุงให้แน่น นำไปวางไว้ในที่ร่มเพื่อให้ขึ้นรา จะเริ่มสังเกตเห็นราได้ในวันที่ 2 เชื้อราที่พบบนเปลือกทุเรียน คือ แอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar) ดังรูปที่ 2.4 ถึง 2.5 และไรโซพัส (Rhizopus) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.4 ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)



รูปที่ 2.5 ภาพขยายของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)



รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของเชื้อราไรโซพัส (Rhizopus)

เมื่อเข้าสู่วันที่ 3 ให้เลือกเปลือกทุเรียนชิ้นที่นิ่มมาตำ ให้เห็นเป็นเส้นใยแยกออกจากกันทั้งหมด โดยนำเปลือกทุเรียนที่ตำแล้วมาล้างด้วยน้ำสะอาด สิ่งที่ไม่ใช่เส้นใยจะถูกชะล้างออกไปล้างประมาณ 3 ครั้ง หรือจนกว่าจะได้เส้นใยที่ขาวสะอาด จากนั้นนำเส้นใยที่ล้างแล้วไปตากแดดให้แห้งสนิทก็จะได้เส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่ขาวสะอาด หรือต้องการให้เส้นใยเป็นสีน้ำตาลก็ให้นำเส้นใยที่ล้างแล้วไปผึ่งลมในที่ร่มประมาณ 2 วัน แล้วจึงนำออกไปตากแดด ก็จะได้เส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่เป็นสีน้ำตาล

ตารางที่ 2.4 สมบัติการดูดซึมน้ำและค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยเปลือกทุเรียนและทรายละเอียด

วัสดุ	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความถ่วงจำเพาะ
ทรายละเอียด	0.78	2.63
เส้นใยเปลือกทุเรียน	29.32	0.94

ทั้งนี้วิธีการดำเนินงาน สามารถทำได้โดยกำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1: 2.75 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.83 (กำหนดอัตราการไหลแผ่ ร้อยละ 110±5 และใช้ปริมาณเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนักตามลำดับ (หากผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนในปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 0.12 จะทำให้มอร์ต้าร์เกิดการแยกตัวไม่สามารถเทหล่อได้) ทำการหล่อตัวอย่างมอร์ต้าร์ขนาด 5×5×5 ลบ.ซม. เพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และทดสอบกำลังอัดตามมาตรฐาน ASTM C109 (ASTM, 2010) ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14, และ 28 วัน รวมทั้งหล่อตัวอย่างมอร์ต้าร์ ขนาด 4×4×16 ลบ.ซม. เพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และทดสอบกำลังดัด ตามมาตรฐาน ASTM C348 (ASTM, 2010) ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14, และ 28 วัน เช่นเดียวกัน

2.7 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเห็นว่า การใช้เส้นใยธรรมชาติจากวัสดุการเกษตรที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมและเส้นใยธรรมชาติผสมในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์แทนที่ ไม้จะได้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ได้มีราคาต้นทุนที่ลดลง มีคุณสมบัติป้องกันความร้อน น้ำหนักเบา ซึ่งได้แสดงคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติและผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์ แนวทางการศึกษาวิจัย และระเบียบวิธีเพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้วัสดุผสม สำหรับทำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์โดยใช้กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดโดยมีกรรมวิธีที่อนุรักษ์พลังงานและลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และเหมาะสมที่ส่งเสริมชุมชนบริษัทขนาดเล็กสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ในการผลิตและก่อสร้างบ้านพักอาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

โครงการ “การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด” เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลองในปีที่ 2 (ต่อเนื่อง) ซึ่งยังคงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลออกแบบอัตราส่วน ขึ้นรูป การบ่ม และทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงานวิจัย

1) กากมะพร้าว จากร้านกะทิในตลาดเคหะคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

รูปที่ 3.1 กากมะพร้าว

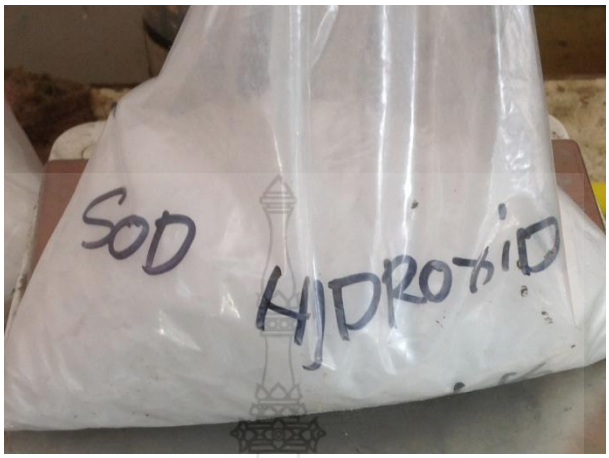
2) เส้นใยต้นข้าวโพด จากเกษตรกร อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

รูปที่ 3.2 ต้นข้าวโพด

3) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1 (สมอ., 2547)

4) ทรายละเอียด

5) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโซดาไฟ



รูปที่ 3.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

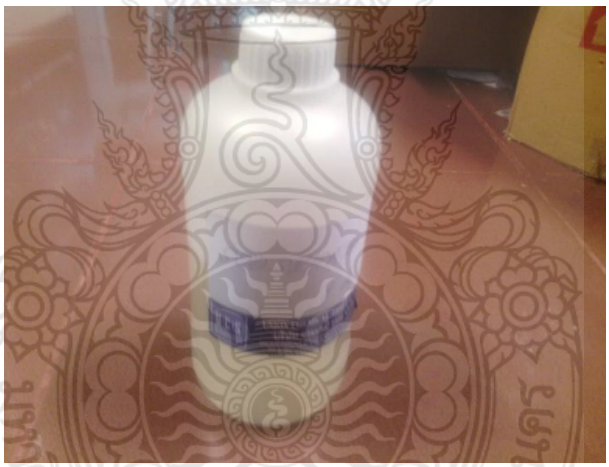
6) อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$)

รูปที่ 3.4 อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$)

7) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

รูปที่ 3.5 แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

8) โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)



รูปที่ 3.6 โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)

9) น้ำประปา

10) อ่างผสม

11) เครื่องผสม

รูปที่ 3.7 เครื่องผสม

12) เครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์

รูปที่ 3.8 เครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์

11) ตะแกรง (Sieve) สำหรับร่อนวัสดุผสม
12) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
13) แบบหล่อ ขนาด 60 x 120 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
14) แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

รูปที่ 3.9 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

15) อุปกรณ์กดอัดแผ่นคอนกรีต
16) ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ
17) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine)
18) เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน ตาม BS 874 Part 2 หรือ ASTM C 177 (ASTM, 2010)
19) กรรไกรตัดเส้นใย
20) น้ำมันเครื่อง
21) อุปกรณ์วัดขนาด เช่น ไมโครมิเตอร์ และเวอรเนียร์คาลิปเปอร์

รูปที่ 3.10 ไมโครมิเตอร์

3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

ในปีที่ 2 ทำการออกแบบส่วนผสมโดยใช้ผลการทดสอบในปีที่ 1 แต่เน้นการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยทดแทนไม้ด้วยสารเคมีเพิ่มการยึดติดระหว่างเส้นใยทดแทนไม้กับซีเมนต์ รวมทั้งการผสมสารเคมีเพิ่มเติมเพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการคงรูปของแผ่นไม้อัดซีเมนต์และช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกล ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ ดังนี้

1) การปรับปรุงพื้นผิวเส้นใย สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับสภาพด้วยโคโรนา (Corona Treatment), การปรับสภาพด้วยพลาสมา (Plasma Treatment), การปรับสภาพด้วยไซเลน (Silane Treatment), และการปรับสภาพด้วยอัลคาไลน์ (Alkaline Treatment) เป็นต้น แต่วิธีที่ง่ายและใช้ต้นทุนต่ำ คือ วิธีการปรับสภาพเส้นใยด้วยวิธีโซดา (Soda Process) โดยการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 12 ใช้อัตราส่วนเส้นใยต่อสารละลาย เท่ากับ 1: 10 ต้มในระบบเปิดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง เพื่อย่อยสารจำพวกลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และสาร

แทรกอื่นๆ เช่น สารระเหย, กรดไขมัน, ไขสารพวก Mono และ Poly Sacharides และสารประกอบที่เป็นวง (Aromatic Compounds) เป็นต้น เนื่องจากมีผลต่อสมบัติและส่วนประกอบของเส้นใย ดังนั้น การปรับปรุงพื้นผิวของเส้นใย จึงใช้วิธีการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ซึ่งกล่าวอีกครั้งโดยละเอียดในหัวข้อ 3.3 การเตรียมเส้นใย

2) การใช้สารเร่งปฏิกิริยาการคงรูป เพิ่มการยึดเกาะระหว่างปูนซีเมนต์และเส้นใยเซลลูโลสในขั้นตอนการผสม ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพด้วยการฉาบผิวและซึมเข้าในเนื้อไม้ เพื่อเร่งการแข็งตัวของซีเมนต์ และปรับปรุงการเกาะยึดให้ดีขึ้นกว่าสภาวะที่ไม่ใช้สารเคมี (ใช้น้ำอย่างเดียว) สารละลายที่นิยมนำมาใช้ เช่น สารละลายอลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$), และสารละลายโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) เป็นต้น

จากผลการดำเนินงานในปีที่ 1 สามารถออกแบบอัตราส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยกากมะพร้าวและต้นข้าวโพดที่มีการผสมสารเคมีเร่งปฏิกิริยาการคงรูปหรือการก่อตัว สำหรับการดำเนินงานในปีที่ 2 จำนวน 20 อัตราส่วน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

อัตราส่วน	**ปูนซีเมนต์**	**ทราย**	**กาก มะพร้าว**	**ต้น ข้าวโพด**	**น้ำ ประปา**	**สาร** $Al_2(SO_4)_3$	**สาร** $CaCl_2$	**สาร** Na_2SiO_3
CN0-A	1	0.2	0.0500	0	0.3	0.03	-	-
CN25-A	1	0.2	0.0375	0.0125	0.3	0.03	-	-
CN50-A	1	0.2	0.0250	0.0250	0.3	0.03	-	-
CN75-A	1	0.2	0.0125	0.0375	0.3	0.03	-	-
CN100-A	1	0.2	0	0.0500	0.3	0.03	-	-
CN0-C	1	0.2	0.0500	0	0.3	-	0.03	-
CN25-C	1	0.2	0.0375	0.0125	0.3	-	0.03	-
CN50-C	1	0.2	0.0250	0.0250	0.3	-	0.03	-
CN75-C	1	0.2	0.0125	0.0375	0.3	-	0.03	-
CN100-C	1	0.2	0	0.0500	0.3	-	0.03	-
CN0-N	1	0.2	0.0500	0	0.3	-	-	0.03
CN25-N	1	0.2	0.0375	0.0125	0.3	-	-	0.03
CN50-N	1	0.2	0.0250	0.0250	0.3	-	-	0.03
CN75-N	1	0.2	0.0125	0.0375	0.3	-	-	0.03
CN100-N	1	0.2	0	0.0500	0.3	-	-	0.03
CN0-X	1	0.2	0.0500	0	0.3	-	-	-
CN25-X	1	0.2	0.0375	0.0125	0.3	-	-	-
CN50-X	1	0.2	0.0250	0.0250	0.3	-	-	-
CN75-X	1	0.2	0.0125	0.0375	0.3	-	-	-
CN100-X	1	0.2	0	0.0500	0.3	-	-	-

3.3 การเตรียมเส้นใย

1) ย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง

2) ตัดเส้นใยต้นข้าวโพดให้มีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำไปปรับปรุงให้เหลือแต่เส้นใยเซลลูโลสด้วยวิธีทางเคมี

รูปที่ 3.11 การตัดเส้นใยต้นข้าวโพดให้มีความยาวตามต้องการ

3) ปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 12 โดยใช้อัตราส่วนเส้นใยต่อสารละลาย เท่ากับ 1: 10 ทำการต้มในระบบเปิดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง

4) อบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้ว ในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

รูปที่ 3.12 การชั่งน้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) สำหรับเตรียมสารละลาย

รูปที่ 3.13 การต้มน้ำประปาสำหรับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

รูปที่ 3.14 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 12

รูปที่ 3.15 การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เริ่มปรับปรุง)

รูปที่ 3.16 การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เวลาผ่านไป 15 นาที)

รูปที่ 3.17 การปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (เวลาผ่านไป 60 นาที)

รูปที่ 3.18 เส้นใยต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับปรุงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.4 การขึ้นรูป

1) เตรียมส่วนผสม ชั่งน้ำหนัก และละลายสารเคมีต่างๆ ในน้ำประปาตามอัตราส่วนที่กำหนด

2) แยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ พร้อมเติมน้ำประปาบางส่วนที่ผสมสารเคมีลงในเส้นใย

3) ผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยมือในอ่างผสมจนเข้ากันดี โดยสามารถใช้มือกำส่วนผสมเป็นก้อนได้ หากผสมส่วนผสมในปริมาณมากๆ ให้ใช้เครื่องผสมคอนกรีต

4) ขึ้นรูปส่วนผสมในแบบหล่อและอัดด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ โดยควบคุมให้มีความหนาแน่น 75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

5) เมื่อแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์คงตัวแล้ว นำไปบ่มในที่ร่มตามอายุการบ่มที่ต้องการ

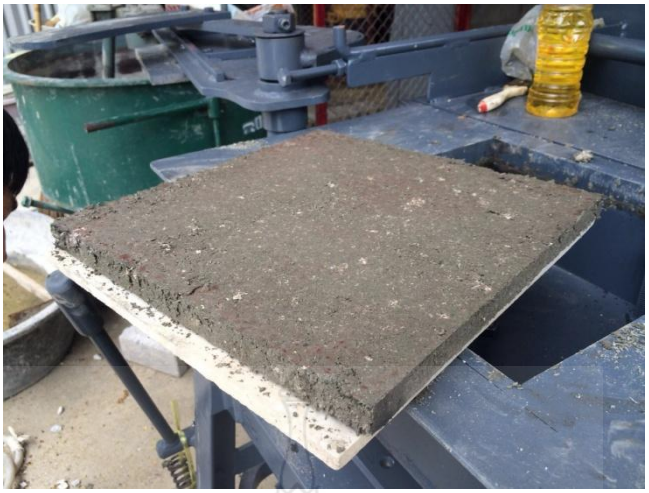
รูปที่ 3.19 การเทส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ลงในอ่างผสม

รูปที่ 3.20 การแยกและเติมน้ำลงในเส้นใยสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

รูปที่ 3.21 การผสมส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ลงในอ่างผสม

รูปที่ 3.22 ส่วนผสมที่พร้อมสำหรับขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

รูปที่ 3.23 การเทส่วนผสมลงในเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์



รูปที่ 3.24 แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

รูปที่ 3.25 แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดภายหลังการถอดแบบ

รูปที่ 3.26 แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่พร้อมนำไปทดสอบ

รูปที่ 3.27 แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด
ขนาด 60 x 120 x 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

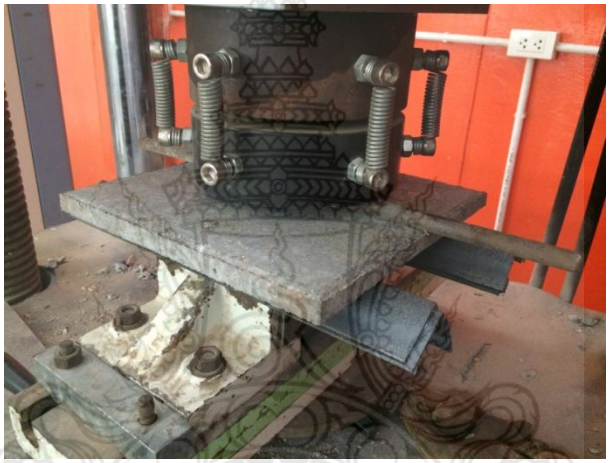
3.5 การทดสอบสมบัติ

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมข้าวโพดในปีที่ 2 ยังคงทดสอบตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) เช่นเดียวกับปีที่ 1 แต่มีการวิเคราะห์ผลจากการเติมสารเร่งการก่อตัวเพิ่มเติม ทั้งนี้ใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 10 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบ ซึ่งประเภทของการทดสอบ ประกอบด้วย

1) ลักษณะทั่วไป ที่อายุการบ่ม 28 วัน
2) ความหนาแน่น ที่อายุการบ่ม 28 วัน
3) ความชื้น ที่อายุการบ่ม 28 วัน
4) สภาพนำความร้อน ที่อายุการบ่ม 28 วัน
5) การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ที่อายุการบ่ม 28 วัน
6) ความต้านทานแรงดัด ที่อายุการบ่ม 28 วัน
7) มอดุลัสยืดหยุ่น ที่อายุการบ่ม 28 วัน
8) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ที่อายุการบ่ม 28 วัน

รูปที่ 3.28 การชั่งน้ำหนักแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพด

รูปที่ 3.29 การแช่น้ำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพด



รูปที่ 3.30 การทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM)

รูปที่ 3.31 การทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวผสมเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM)

3.6 การสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง

1) ตีโครงคร่าวโดยใช้ระยะห่าง 30 เซนติเมตร

2) ใช้ตะปูเกลียวปลายปล่อยขันลงบนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์สำหรับยึดติดกับโครงคร่าว โดยเว้นรอยต่อประมาณ 5 มิลลิเมตร

3) อุดรอยต่อด้วยโพลียูเรเทน

4) ทาน้ำยารองพื้น

5) ฉาบกาวซีเมนต์บริเวณรอยต่อ

6) ติดตาข่ายไฟเบอร์บริเวณรอยต่อ

7) ฉาบทับอีกครั้งด้วยกาวซีเมนต์

8) สามารถปูกระเบื้องและยาแนวได้ตามปกติ (ถ้าต้องการ)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

1) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ

2) วิเคราะห์ผลการทดสอบแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ปรับปรุงในปีที่ 2 เปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ปรับปรุงในปีที่ 1 และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ปกติทั่วไป โดยเน้นการวิเคราะห์ผลของการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยทดแทนไม้ และการเร่งการก่อตัวด้วยสารเคมี เพื่อช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างเส้นใยทดแทนไม้กับซีเมนต์

3) หาชนิดและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพดจากการทดสอบ

4) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป

3.8 การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และถ่ายทอดเทคโนโลยี

1) รวบรวมข้อมูลการการเตรียมวัสดุ ผลการทดสอบ ผลวิเคราะห์

2) ยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตรเรื่อง “กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด”

3) เขียนบทความวิจัยส่งลงในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ หรือวารสารวิชาการต่างๆ

4) ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมายสำหรับนำไปใช้ประโยชน์

5) ทำรายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไป

เมื่อพิจารณาลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยวิธีการสังเกตและการวัดขนาดโดยรวม ทั้ง 20 อัตราส่วน สามารถนำมาประกอบเป็นผลการทดสอบลักษณะทั่วไป

รูปที่ 4.1 การวัดความหนาของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

รูปที่ 4.2 การวัดขนาดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

สำหรับลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดอัตราส่วนต่างๆ พบว่า มีลักษณะใกล้เคียงกันทุกอัตราส่วน โดยทั้งหมดสามารถนำไปใช้งานจริงได้ ดังตารางที่ 4.1

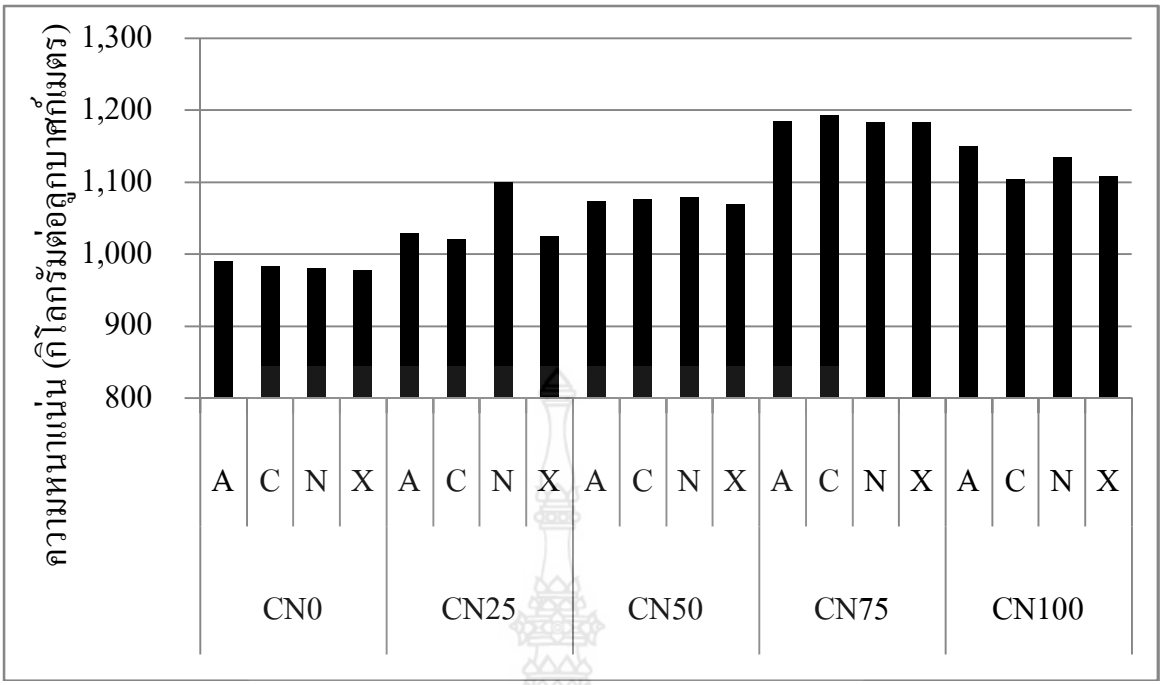
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

อัตราส่วน	ลักษณะทั่วไป
(มอก. 878-2537)	ความหนา ความแน่น และความเรียบสม่ำเสมอ ขอบต้องตั้งฉากกับระนาบผิว
CN0-A	ผ่าน
CN25-A	ผ่าน
CN50-A	ผ่าน
CN75-A	ผ่าน
CN100-A	ผ่าน
CN0-C	ผ่าน
CN25-C	ผ่าน
CN50-C	ผ่าน
CN75-C	ผ่าน
CN100-C	ผ่าน
CN0-N	ผ่าน
CN25-N	ผ่าน
CN50-N	ผ่าน
CN75-N	ผ่าน
CN100-N	ผ่าน
CN0-X	ผ่าน
CN25-X	ผ่าน
CN50-X	ผ่าน
CN75-X	ผ่าน
CN100-X	ผ่าน

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมดมีลักษณะผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) กำหนด คือ ขอบและผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมดมีความเรียบและได้ฉาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณของเส้นใยที่ผสมไม่มากจนเกินไป ทำให้ปูนซีเมนต์สามารถยึดเกาะและเชื่อมประสานผิวของแผ่นใยไม้อัดได้ดี ส่วนสารเร่งการก่อตัวที่นำมาใช้ทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ แต่มีผลโดยตรงต่อการแข็งตัวที่เร็วขึ้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่นำมาขึ้นรูป อย่างไรก็ตามในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ก็เป็นระยะเวลาที่เพียงพอต่อการแข็งตัวของชิ้นงาน แม้ว่ามีการผสมสารเคมีเร่งการก่อตัวหรือไม่ก็ตาม การผสมสารเร่งการก่อตัวจึงมีผลต่อสมบัติทางกายภาพหรือทางกลมากกว่าระยะเวลาการแข็งตัวของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

4.2 ความหนาแน่น

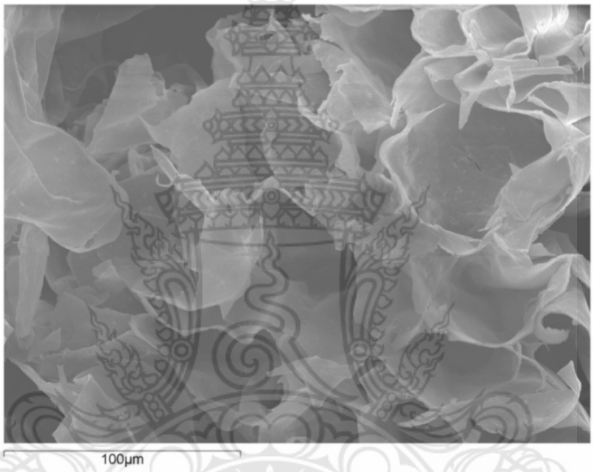
ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ทั้ง 20 อัตราส่วน ซึ่งมีการใช้สารเคมี 3 ชนิด เป็นสารเร่งการก่อตัว โดยมีผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

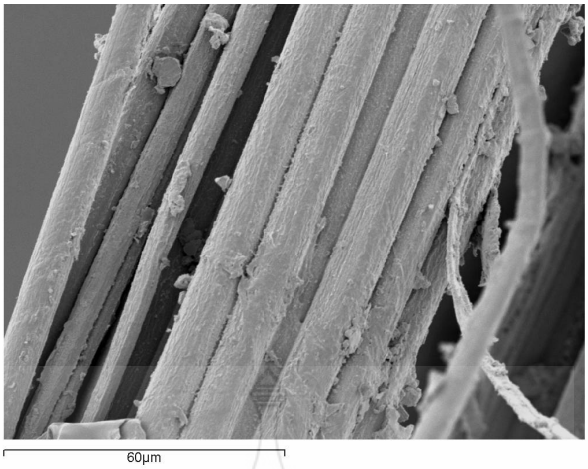
จากรูปที่ 4.3 พบว่า ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนปริมาณของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เนื่องจากความแตกต่างในรูปร่างของกากและเส้นใย มีผลต่อขนาดคละ และการเรียงตัวของส่วนผสม (วิจิตรา, 2543) ดังเห็นได้จากภาพขยายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของกากมะพร้าวที่กำลังขยาย 500 เท่า (รูปที่ 4.4 และ 4.5) และเส้นใยต้นข้าวโพดที่กำลังขยาย 1,000 เท่า (รูปที่ 4.6 และ 4.7) โดยความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความหนาแน่นสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ผสมกากมะพร้าวหรือเส้นใยต้นข้าวโพดเพียงอย่างเดียว ซึ่งอัตราส่วน CN75 (กากมะพร้าว ร้อยละ 25: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 75) มีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100 (เส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด) ซึ่งทั้ง 2 อัตราส่วน มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงมาตรฐาน คือ ระหว่าง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สมอ., 2537) แต่ในอัตราส่วน CN50 (กากมะพร้าว ร้อยละ 50: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 50) เริ่มมีความหนาแน่นต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด และความหนาแน่นยังลดต่ำลงมาอีกที่อัตราส่วน CN25 (กากมะพร้าว ร้อยละ 75: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 25) อัตราส่วน CN50 (กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีปริมาณเท่าๆ กัน) และอัตราส่วน CN0 (กากมะพร้าวทั้งหมด) มีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ส่วนผลของสารเคมีที่ใช้เร่งการก่อตัว ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

รูปที่ 4.4 ลักษณะทั่วไปของกากมะพร้าว



รูปที่ 4.5 ภาพขยายกากมะพร้าวจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 500 เท่า

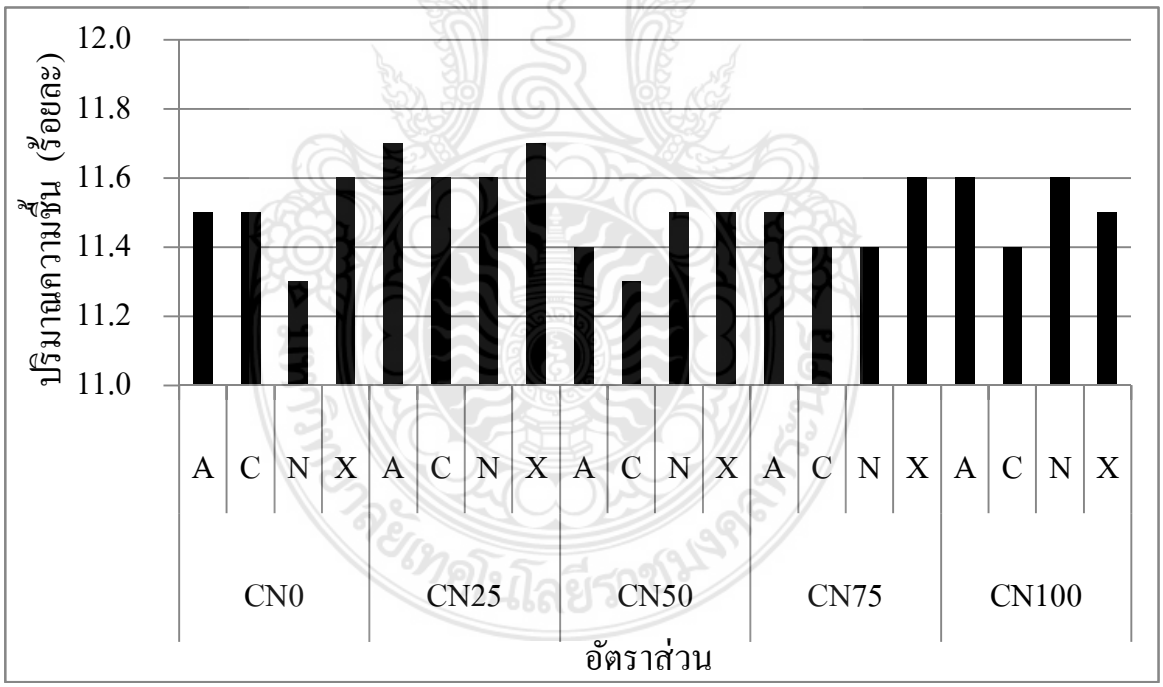
รูปที่ 4.6 ลักษณะทั่วไปของเส้นใยต้นข้าวโพด



รูปที่ 4.7 ภาพขยายเส้นใยต้นข้าวโพดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

4.3 ความชื้น

สำหรับปริมาณความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ขึ้นรูปและเร่งการก่อตัวด้วยสารเคมี ทั้ง 3 ชนิด สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้



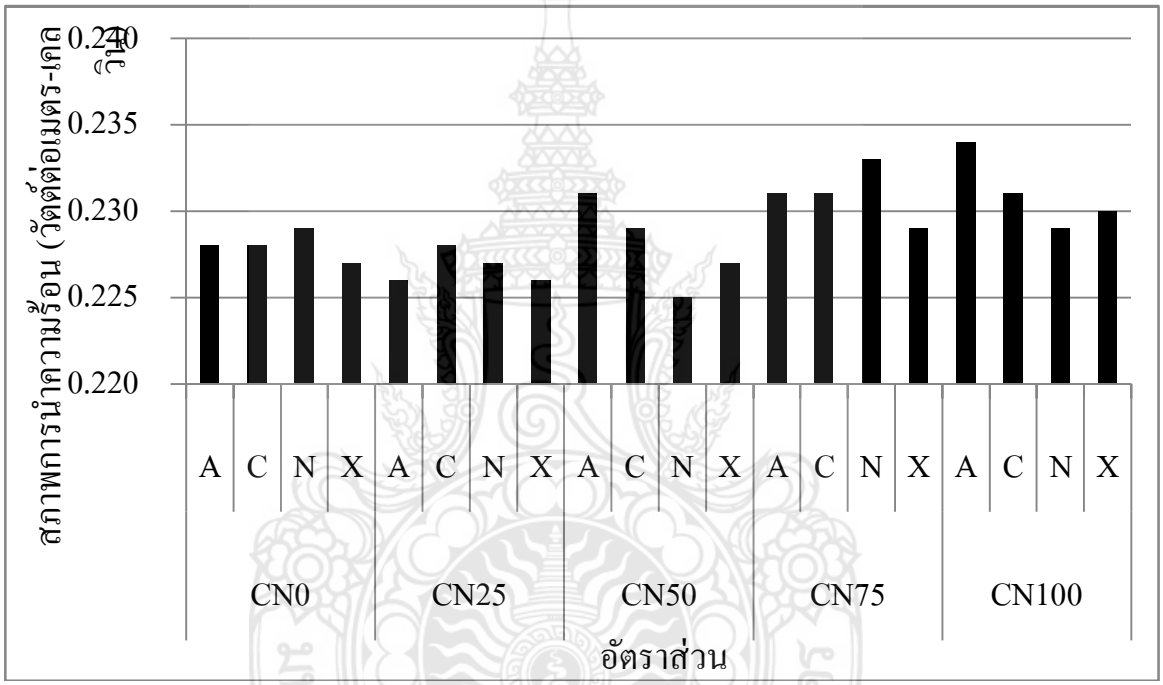
รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

ปริมาณความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่แสดงในรูปที่ 4.8 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วงที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) กำหนด คือ อยู่ระหว่างร้อยละ 9 ถึง 15 โดยแผ่นใยไม้อัดที่ขึ้นรูปทั้งหมดมีค่าปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 11.3 ถึง 11.7 เนื่องจากทั้งกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีพื้นผิวที่ดูดซับความชื้นขณะทำ

การขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้ (ภาวดี, 2548; ชีวารัตน์, 2550) สำหรับสารเคมีเร่งการก่อตัวที่นำมาผสมยังคงไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นภายในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ทำการขึ้นรูป

4.4 สภาพนำความร้อน

สภาพนำความร้อน หรือเรียกอีกอย่างว่า สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เป็นสมบัติที่แสดงถึงความสามารถในการถ่ายเทอุณหภูมิของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด หากแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีสภาพนำความร้อนต่ำ แสดงว่ามีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี แต่ถ้ามีสภาพนำความร้อนสูง ก็แสดงว่าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีการนำความร้อนที่ดี หรือไม่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ซึ่งผลการทดสอบสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่มีการผสมสารเคมีเร่งการก่อตัว ทั้ง 3 ชนิด รวม 20 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.9

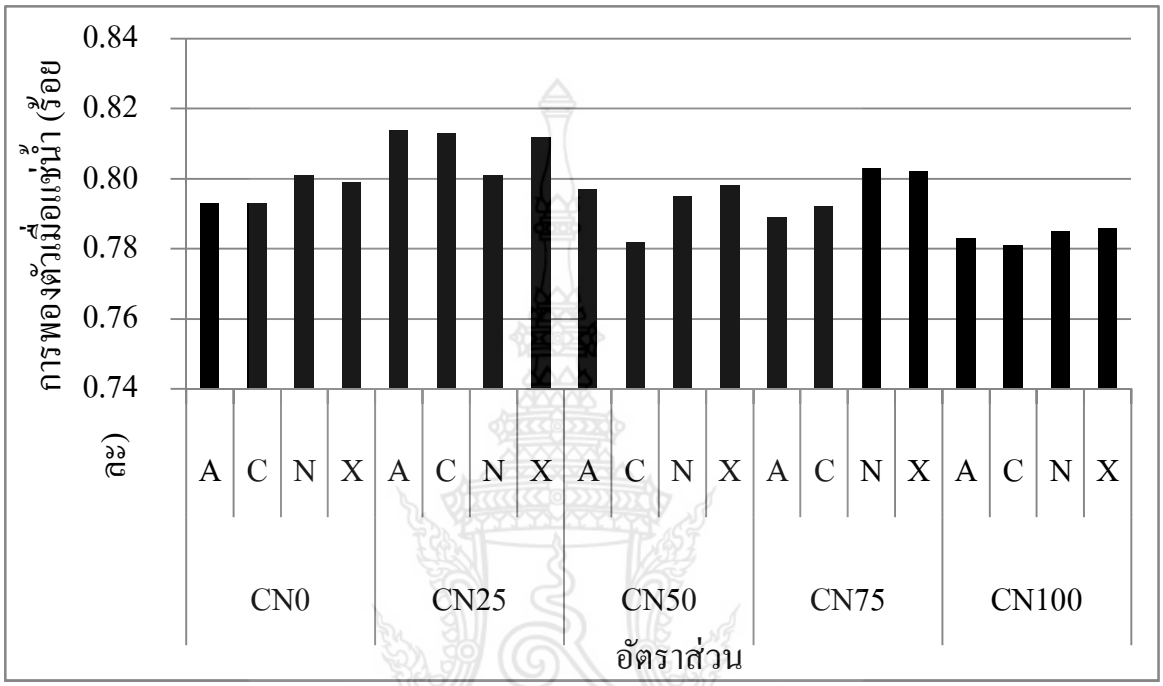


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

สภาพการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ตามรูปที่ 4.9 พบว่า ค่าสภาพการนำความร้อนหรือสัมประสิทธิ์การนำความร้อนทั้งหมด มีความใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2533) กำหนดคือ ไม่เกิน 0.25 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ทั้งนี้ค่าสภาพการนำความร้อนที่ได้ แปรผันตรงตามความหนาแน่น โดยแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นต่ำ มีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ ส่วนที่มีความหนาแน่นสูง ก็มีค่าสภาพการนำความร้อนเช่นเดียวกัน (กิตติศักดิ์, 2544) เป็นผลมาจากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดเป็นวัสดุที่มีค่าสภาพการนำความร้อนที่ต่ำมาก ตลอดจนการเรียงตัวของกากและเส้นใยในการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ยังก่อให้เกิดช่องว่างภายในเนื้อวัสดุ ซึ่งช่วยเพิ่มความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้อีกด้วย ทั้งนี้การผสมสารเร่งการก่อตัว ทั้ง 3 ชนิด ยังคงไม่มีแนวโน้มว่ามีผลต่อสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

4.5 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ

การพองตัวของของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดเมื่อแช่น้ำนั้น เป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการใช้งาน เนื่องจากแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์นิยมนำมาติดตั้งบริเวณภายนอกอาคาร ซึ่งต้องสัมผัสฝนและความชื้นค่อนข้างมาก ซึ่งผลการทดสอบการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดเมื่อแช่น้ำ ทั้ง 20 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังนี้

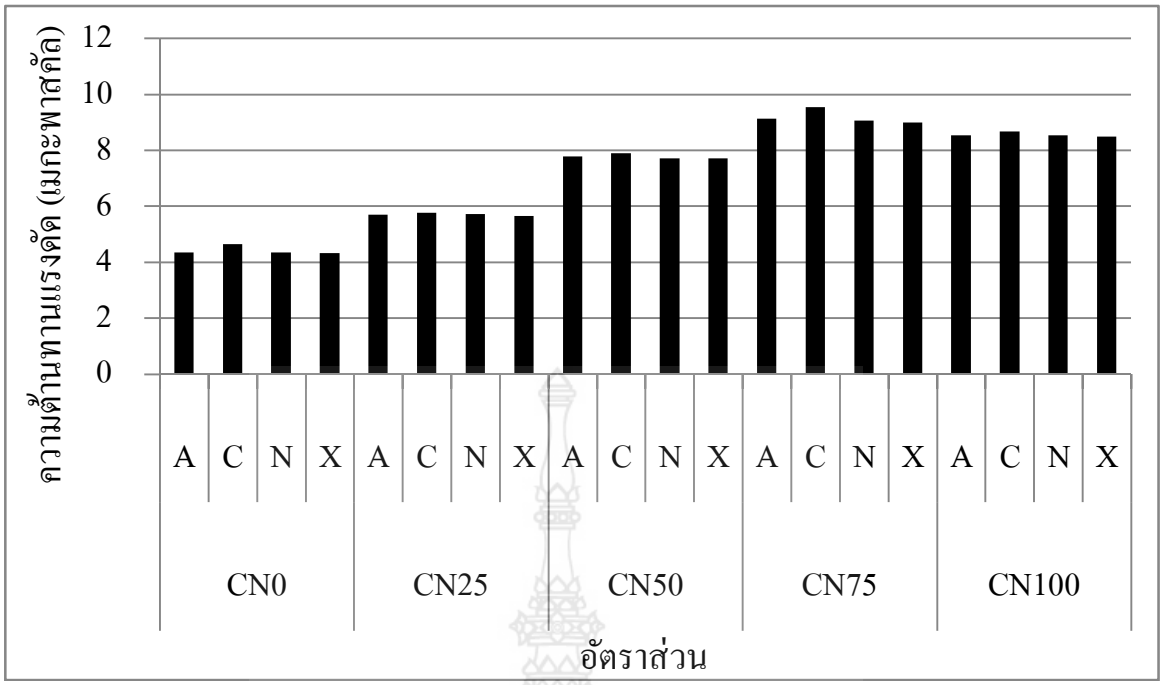


รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

จากรูปที่ 4.10 พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมดมีการพองตัวเมื่อแช่น้ำตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) ทั้งนี้การพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด คือ การพองตัวต้องมีค่าไม่เกิน ร้อยละ 2 เนื่องจากแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีปริมาณของปูนซีเมนต์ที่มากเพียงพอในการยึดเหนี่ยวเนื้อของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ไม่ให้พองตัวมากเมื่อมีการแช่น้ำได้ ส่วนสารเคมีเร่งการก่อตัวไม่มีผลต่อการพองตัวเมื่อแช่น้ำเช่นเดียวกับสมบัติทางกายภาพอื่นๆ

4.6 ความต้านทานแรงดัด

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ซึ่งเป็นสมบัติทางกลที่สำคัญในการแสดงถึงความสามารถในการรับแรงดัดขณะใช้งาน โดยสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.11

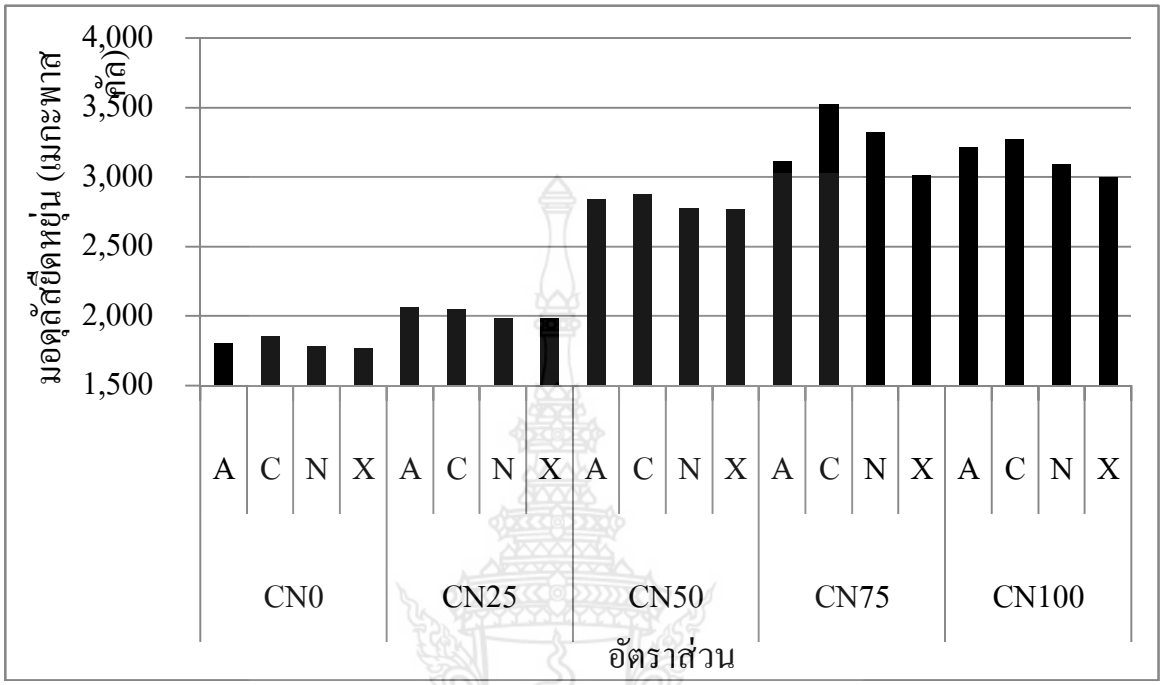


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

จากรูปที่ 4.11 พบว่า ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดทุกอัตราส่วนมีความแตกต่างกัน เป็นผลจากความแข็งแรงเฉพาะตัว รูปร่างลักษณะความสามารถในการยึดเหนี่ยว ตลอดจนการเรียงตัวของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด (Bledzki and Gassan, 1999) โดยอัตราส่วน CN75 มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (สมอ., 2537) ที่กำหนดความต้านทานแรงดัด ต้องไม่น้อยกว่า 9 เมกะพาสคัล เห็นได้ว่า อัตราส่วน CN75 เท่านั้น ที่สามารถผ่านตามมาตรฐานกำหนดได้ ทั้งนี้ความต้านทานแรงดัดเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น กล่าวคือ แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นสูงมีพื้นที่รับแรงมาก ทำให้สามารถรับแรงได้มาก ส่วนแผ่นใยอัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นต่ำก็มีพื้นที่รับแรงน้อยและสามารถรับแรงได้น้อยตามไปด้วย (Odozi et al., 1986) สำหรับผลกระทบของชนิดสารเร่งการก่อตัวที่ใช้ ทั้ง 3 ชนิด ประกอบด้วย อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) พบว่า แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารเร่งการก่อตัวที่ช่วยให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีแนวโน้มของความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3), และที่ไม่ใช้สารเร่งการก่อตัวมีแนวโน้มของความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ สอดคล้องกับการใช้สารเดียวกันนี้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากต้นยูคาลิปตัส สายพันธุ์ I. Eucalypts (Dwight et al., 2000) และสายพันธุ์ E. pellita (Cabangon et al., 1998) ซึ่งแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) มีความต้านทานแรงดัดสูงกว่าการใช้อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) และที่ไม่มีการใช้สารเร่งการก่อตัว

4.7 มอดุลัสยืดหยุ่น

สำหรับผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.12

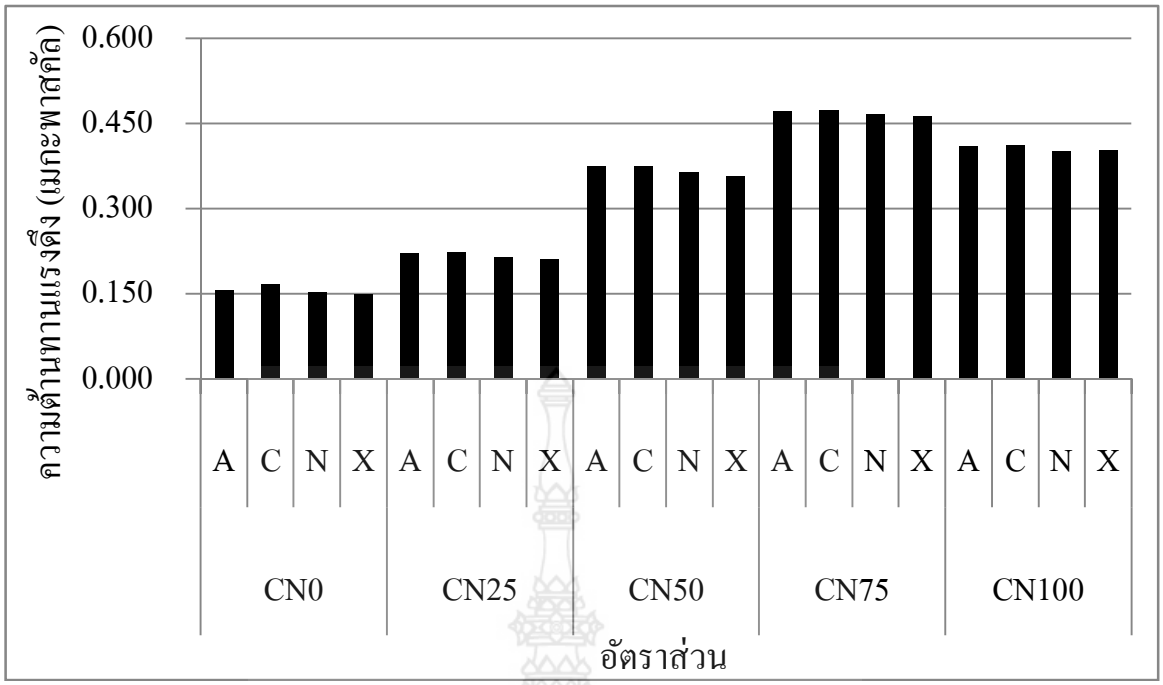


รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

จากรูปที่ 4.12 พบว่า อัตราส่วน CN75 มีมอดุลัสยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีมอดูลัสความยืดหยุ่นน้อยที่สุด ตามลำดับ แต่มีเพียงอัตราส่วน CN75 และ CN100 เท่านั้น ที่มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ไม่น้อยกว่า 3,000 เมกะพาสคัล ซึ่งผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง กำหนด (สมอ., 2537) นอกจากนี้ มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกับสมบัติอื่นๆ ที่แสดงถึงความแข็งแรง ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Bledzki and Gassan, 1999) สำหรับสารเร่งการก่อตัวก็ให้ผลการทดสอบเช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัด กล่าวคือ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารเร่งการก่อตัวที่ทำให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีแนวโน้มมอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด รองลงมาคือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3), และแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ใช้สารเร่งการก่อตัวมีแนวโน้มมอดุลัสยืดหยุ่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ซึ่งก็คงสอดคล้องกับการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากต้นยูคาลิปตัส สายพันธุ์ I. Eucalypts (Dwight et al., 2000) และสายพันธุ์ E. pellita (Cabangon et al., 1998)

4.8 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เป็นสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัด เพราะเป็นสมบัติที่บ่งบอกความทนทานและความแข็งแรงของผิวหน้า ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้



รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 กำหนดให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ต้องมีความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่า 0.4 เมกะพาสคัล (สมอ., 2537) โดยมีผลการทดสอบดังรูปที่ 4.13 พบว่า การขึ้นรูปกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ในปริมาณต่างๆ เป็นผลให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ได้มีความต้านทานแรงดึงที่แตกต่างกัน เป็นผลมาจากความแข็งแรงของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด รวมทั้งการกระจายตัวและช่องว่างภายในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น (วิจิตรา, 2543) จากผลการทดสอบที่ได้อัตราส่วน CN75 มีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด ตามลำดับ นอกจากนี้ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารเร่งการก่อตัวที่ทำให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีแนวโน้มความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมาคือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3), และแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ใช้สารเร่งการก่อตัวมีแนวโน้มความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำที่สุด ตามลำดับ เช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

4.9 การสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง

แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดอัตราส่วน CN75-C เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดในการนำมาใช้ก่อสร้างผนัง เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพและทางกลตามมาตรฐาน มอก.878-2537 (สมอ., 2537) เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยต้นข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 75 ของน้ำหนักเส้นใยทั้งหมด ส่วนอีกร้อยละ 25 เป็นกากมะพร้าว ทำการเร่งการก่อตัวด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ซึ่งผลการสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดอัตราส่วน CN75-C สามารถยึดติดกับโครงคร่าวได้ดี น้ำหนักเบา และใช้งานเป็นผนังได้เช่นเดียวกับแผ่นไม้อัดซีเมนต์ทั่วไป

4.10 การยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตร

จากผลการวิจัยในโครงการ “การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด” สามารถยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตร จำนวน 4 คำขอ ประกอบด้วย

1) กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

2) กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว

3) กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว

4) กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว

ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำจาก หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (TLO-RMUT) ในการดำเนินการร่าง จัดเตรียมเอกสาร และยื่นคำขออนุสิทธิบัตรในนาม “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร”

4.11 การเขียนบทความวิจัยส่งลงในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ

ได้เขียนและนำเสนอบทความเรื่อง “การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด” ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 (6th RMUTNC) “เทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่อาเซียน” ระหว่างวันที่ 23 - 25 กรกฎาคม 2557 ณ อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

รูปที่ 4.14 ผู้วิจัยรับใบประกาศในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

4.12 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมายสำหรับนำไปใช้ประโยชน์

ผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการ “การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด” ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน ชุมชน บริษัท และห้างร้านต่างๆ นั้น พบว่า มีกลุ่มเป้าหมายในส่วนผู้ประกอบการสนใจรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี และได้นำไปประยุกต์ใช้เบื้องต้นแล้ว จำนวน 3 ราย ดังนี้

1) ห้างหุ้นส่วนจำกัด บัวธานี เอ็นเตอร์ไพรซ์

2) ห้างหุ้นส่วนจำกัด เคแอนด์พี อินโนเวชั่น (ไทยแลนด์)

3) ห้างหุ้นส่วนจำกัด สยามอินโนเวชั่นแอสโซซิเอชั่น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงการ “การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด” ในปีที่ 2 เกี่ยวกับการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยทดแทนไม้ด้วยสารเคมี การเร่งการก่อตัวของแผ่นไม้อัดซีเมนต์ด้วยสารเคมี และการสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

จากผลการดำเนินงานทั้งหมดของโครงการ สามารถสรุปผลแบ่งตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด สามารถผลิตเป็นวัสดุผนังที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ดี โดยสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำที่สุดมีค่าเพียง 0.225 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน นอกจากนี้ ทุกอัตราส่วนยังมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่า 0.25 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ตามที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง กำหนด

2) ผลการทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด พบว่า อัตราส่วน CN75-C มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานมากที่สุด โดยมีปริมาณของเส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 75 และกากมะพร้าว ร้อยละ 25 ของน้ำหนักเส้นใยที่ผสมลงในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมด รวมทั้งมีการใช้แคลเซียมครอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารเร่งการก่อตัว อัตราส่วนดังกล่าวมีสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดีที่สุด และผ่านตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง กำหนด

3) กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด และสารเร่งการก่อตัว ที่ผสมมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ โดยปริมาณเส้นใยต้นข้าวโพดที่มากกว่ากากมะพร้าวมีส่วนทำให้สมบัติทางกายภาพและทางกลดี แต่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนต่ำ ส่วนสารเร่งการก่อตัวชนิดแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เป็นสารที่ทำให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีแนวโน้มสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลดีที่สุด รองลงมาคือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) และแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ใช้สารเร่งการก่อตัวมีแนวโน้มสมบัติทางกายภาพและทางกลต่ำที่สุดตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง พบว่า มีเพียงอัตราส่วน CN75 ทั้งที่ใช้และไม่ใช้สารเร่งการก่อตัวเท่านั้นที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว

4) ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผนังป้องกันความร้อนที่มีราคาถูก และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมาก รวมทั้งกระบวนการผลิตยังไม่แตกต่างจากการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทั่วไป

5) จากการทดลองใช้งานจริง พบว่า การนำกากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพด มาทดแทนชิ้นไม้สำหรับขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์นั้น มีความเป็นไปได้สูงทั้งในด้านการใช้งานและการผลิตในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากแผ่นใยไม้อัดที่ได้มีสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามที่มาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง กำหนด นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้งานแล้วในหลายบริษัท

6) หากมีการนำผลงานวิจัยนี้ ไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย จะสามารถช่วยสร้างมูลค่าให้กับกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด ที่มีจำนวนมากในท้องถิ่นได้ดี เพราะผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ กำลังเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมการก่อสร้างในปัจจุบัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด สามารถรับแรงดัดได้สูงขึ้น โดยการเสริมเส้นใยหรือเส้นลวดที่มีความแข็งแรง เพื่อให้แผ่นใยไม้อัดดังกล่าวสามารถใช้งานได้หลากหลาย และมีความทนทานสูง

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2544. *การผลิตแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนจากฟางข้าว*, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กรมการค้าภายใน, 2550. *ผลิตทางการเกษตร ปี 2551*, กรมการค้าภายใน.

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539ก. *การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสดและกระป๋อง*, ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539ข. *การส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งและกระป๋อง*, ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2539. *ไม้อัดซีเมนต์*, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

ขวัญชัย กุลสันติธำรง, 2549. สภาวะโลกร้อน: สัญญาณเตือนภัยจากธรรมชาติก่อนที่โลกจะถึงกาลอวสาน, *Update*, ฉบับเดือนพฤศจิกายน 2549, 37 – 43 หน้า.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, 2539. *ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์*, กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 35 หน้า.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และอุเทน รุ่งเรือง, 2534. การใช้ต้นและเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหลักในโคกำลังรีดนม, *วารสารเกษตร*, ปีที่ 7 ฉบับที่ 2, 95 – 105 หน้า.

โชติชัย สุวรรณาภรณ์, 2550. ผลกระทบของ Climate Change ต่อระบบเศรษฐกิจไทย, *หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์ : การเงิน (มองรอบด้าน)*, ฉบับวันศุกร์ที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2550, หน้า A18.

ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์, 2550. *เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร*, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธวัช จิรายุส, 2528. รายงานการทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากไม้ยูคาลิปตัสคามาลเลนซิส, *เอกสารวิชาการ เล่มที่ 2 การประชุมป่าไม้ประจำปี 2528*, หน้า 388 – 345.

ธวัช จิรายุส, 2535. การจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัส, *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ฉบับที่ 7, ประจำเดือนมกราคม – เมษายน 2535, หน้า 85.

ธวัช จิรายุส, 2551. *ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ*, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

บริษัท วิบูลย์วัฒนอุตสาหกรรม จำกัด, 2552. แผ่นไม้อัดซีเมนต์, *รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชาชาติธุรกิจ, 2550. ไทยระอุ “โลกร้อน” วิกฤตแล้งถล่มอีสาน 22 ล้านไร่, *ประชาชาติธุรกิจ*, ฉบับวันที่ 16 – 18 เมษายน 2550, หน้า 1, 17.

เพ็งปรีชา ณรงค์, 2551. *มันสำปะหลัง:วัสดุเส้นใยแหล่งใหม่*, กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

ภาวดี เมธะคานนท์, 2548. *สมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดผลิตจากกาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม*, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

วิจิตรา เจริญชัย, 2543. *การศึกษาการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีโพรพิลีน*, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2547. เมื่อสารพัดเศษวัสดุเหลือทิ้งกลายร่างเป็น (เสมือน) ไม้, *นวัตกรรม*, ปีที่ 5 ฉบับวันที่ 17 มีนาคม 2547.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2552. *โลกเกษตร : เส้นทางของเศษฟางข้าว...วัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต*, สำนักวิจัยและการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, และสุดใจ เหง้าสีไพร, 2550. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสมสำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายและเส้นใยมะพร้าว, *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2550, หน้า 77-87.

สถาบันคลังสมองของชาติ, 2548. *Policy Brief*, ฉบับประจำเดือนพฤศจิกายน 2548, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3.

สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (สสอ.), 2550. ฉนวนความร้อน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน, เข้าถึงได้จาก http://www2.dede.go.th/dede/homesafe/book /acc.htm.

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2528. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมวลผสมคอนกรีต (มอก. 566-2528)*, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2532. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ (มอก. 15 เล่ม 1-2532)*, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2537. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (มอก. 878-2537)*, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์, 2550. ประชุมภาวะโลกร้อนที่บาหลี “ไปไม่ถึงดวงดาว” อีกตามเคย, *สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์*, ฉบับวันที่ 14 – 20 ธันวาคม 2550. หน้า 27.

สุวัฒน์ เทพอารักษ์, 2550. การแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามแนวพระราชดำริ, ฉบับวันที่ 30 พฤศจิกายน - 6 ธันวาคม 2550, *สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์*, หน้า 12-13.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2010. *Annual Book of ASTM Standard*, Philadelphia.

Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. *Progress in Polymer Science*, Vol.24, pp. 221 – 274.

Cabangon, R.J., Eusebio, D.A., Cunningham, R., Donelly, C. and Evans, P.D., 1998. Eucalypts and acacia differ in their response to the accelerators used in the manufacture of wood wool cement board, *Proceedings of the Fourth Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium*, Bogor, Indonesia, pp. 437 – 445.

Dwight A. Eusebio, Florence P. Soriano, Rico J. Cabangon and Philip D. Evans, 2000. Manufacture of low-cost wood-cement composites in the Philippines using plantation-grown Australian species: I. Eucalypts. *Wood-cement composites in the Asia-Pacific Region*, Proceedings of a workshop held at Rydges Hotel, Canberra, Australia, 10 December 2000, pp. 105 – 114.

Odozi, T.O., Akaranta, O., and Ejike, P.N., 1986. Particle boards from Agricultural Wastes, *In Agricultural Wastes*, Vol.16 No.3, pp. 237 – 240.

ภาคผนวก

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1999 (พ.ศ. 2537)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง (แก้ไขครั้งที่ 1)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก.878–2532

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก. 878–2532 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1516 (พ.ศ.2532) ลงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2532 ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้หมายเลขมาตรฐานเลขที่ “มอก. 878–2532” เป็น “มอก. 878–2537”
2. ให้ยกเลิกความในข้อ 5.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   “5.2 การทำ

   ใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้แยกชิ้นไม้ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ นำไปผสมกับปูนซีเมนต์ แล้วนำไปโรยและอัดเป็นแผ่นในแบบ โดยทิ้งไว้ให้ปูนซีเมนต์ก่อตัวจึงถอดแบบออก หากใส่สารผสมเพิ่มต้องไม่ทำให้ความแข็งแรงหรือความคงทนของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์เสียไป”
3. ให้ยกเลิกความในข้อ 6.4 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   “6.4 สภาพนำความร้อน

   ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.25 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

   การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม BS 874 Part 2 หรือ ASTM C 177)”

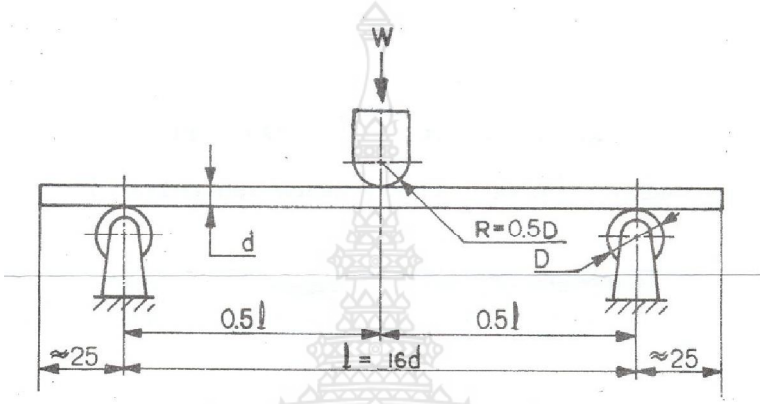
4. ให้ยกเลิกความในข้อ 9.3.1.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"9.3.1.2 ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร สำหรับวัดความหนา"

5. ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นข้อ 9.3.1.3

"9.3.1.3 เวอร์เนียร์แคลลิเปอร์ส ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร สำหรับวัดความกว้างและความยาว"

6. ให้ยกเลิกรูปที่ 4 และให้ใช้รูปต่อไปนี้แทน



รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

(ข้อ 9.6.1.2)

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

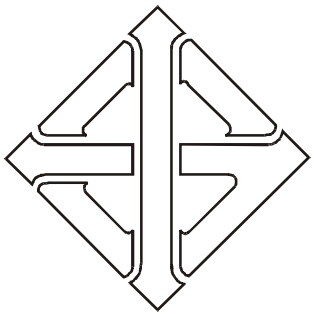
ประกาศ ณ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2537

พลตรี สนั่น ขจรประศาสน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 87 ง

วันที่ 1 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2537



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 878 – 2532

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

CEMENT BONDED PARTICLEBOARDS : HIGH DENSITY

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม UDC 691.328.41:674.821 ISBN 974-8126-75-7

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

มอก. 878 – 2532

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 137
วันที่ 24 สิงหาคม พุทธศักราช 2532

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 120
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นอัดสำหรับการก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายวรรณะ มณี	ผู้แทนสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการ

นายสุธี หาญสงคราม	ผู้แทนกรมป่าไม้
นายสมศักดิ์ พัฒนประภาพันธุ์	
นายยงยุทธ ศรีเมฆารัตน์	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นายสุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายอรุณ พุฒยางกูร	ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
นายผึ่งผาย สุนทราภัย	ผู้แทนวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
นายพลสินธุ อาชวาคม	ผู้แทนกรมการค้าต่างประเทศ
นายวิจิตร กฤษณบำรุง	ผู้แทนคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอำนวย พานิชกุล	ผู้แทนวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายอภัย รณะนันทน์	
-	ผู้แทนบริษัท ศรีมหาราชา จำกัด
ร.ต. อุทัย สินธุประมา	ผู้แทนบริษัท ไม้อัดไทย จำกัด
นายวิชัย ภูษิตวิทย์	
นายชูชาติ บุญสิริ	ผู้แทนบริษัท ไทยชิปบอร์ด จำกัด
ร.ท. ฉลอง ขุนพรหม	ผู้แทนบริษัท สตรามิตบอร์ด จำกัด
นายก่อเกียรติ แย้มมีศรี	ผู้แทนบริษัท เชลโลกรีตไทย จำกัด
นายนิสสิต บุญ-หลง	ผู้แทนบริษัท ไทยทักษิณป่าไม้ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายสมคิด แสงนิล	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปัจจุบันมีการทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ขึ้นได้เองภายในประเทศ โดยนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป และส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้และเพื่อประโยชน์แก่ผู้ใช้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 8335 : 1987 Cement-bonded particleboards-Boards of Portland or equivalent cement reinforced with fibrous wood particles

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1516 (พ.ศ. 2532)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก. 878–2532 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2532

บรรหาร ศิลปอาชา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แบบและสัญลักษณ์ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่ใช้งานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่เป็นแผ่นเรียบรูปสี่เหลี่ยม แต่ไม่ครอบคลุมถึงแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่มีรูปร่างพิเศษ

2. บทพิเศษ

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ซึ่งต่อไปนี้มาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1 100 ถึง 1 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.2 ชิ้นไม้ หมายถึง ชิ้นหรือส่วนของเนื้อไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (ligno–cellulosic material) อื่น ๆ ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร ชิ้นไม้อาจมีลักษณะต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

2.2.1 เกล็ด (flake) หมายถึง ชิ้นไม้บาง ๆ มีทิศทางของเสี้ยนไม้ขนานกับผิว ได้จากการใช้ใบมีดตัดขนานกับแนวของเสี้ยนไม้ แต่ทำมุมกับแนวแกนของเส้นใย

2.2.2 เกล็ดใหญ่ (wafer) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความกว้างและความหนามากกว่า

2.2.3 แถบ (strand) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ดแต่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้าง และมีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวของแถบ

2.2.4 ชี้กบ (planer shaving) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็กมีความหนาไม่เท่ากัน คือหนาที่ปลายด้านหนึ่งส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะบาง มีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (rotary cutterhead)

2.2.5 แท่ง (splinter or sliver) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเสี้ยนไม่น้อยกว่า 4 เท่าของความหนา

2.2.6 เม็ด (granule) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายขี้เลื่อยซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

2.2.7 ลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์

2.3 วัสดุลิกโนเซลลูโลส หมายถึง วัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้ และพืชต่าง ๆ ได้แก่ ชานอ้อย ป่าน ปอ เป็นต้น

3. แบบและสัญลักษณ์

3.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะพื้นผิว คือ

3.1.1 แบบผิวขัดเรียบ มีสัญลักษณ์ SAN

3.1.2 แบบผิวไม่ขัด มีสัญลักษณ์ UNS

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

หมายเหตุ *1. ความกว้างที่แนะนำ คือ 600 900 และ 1 200 มิลลิเมตร*

2. ความยาวที่แนะนำ คือ 1 200 1 800 และ 2 400 มิลลิเมตร

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

4.2 ความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลากแต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร โดยจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

4.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้น จะมีได้ไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นสั้น

การวัดให้ปกิบัติตามข้อ 9.2

4.4 ความตรงของขอบแต่ละด้านจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรง ได้ไม่เกิน 3.0 มิลลิเมตร

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 4.1และข้อ 4.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	ความกว้าง	ความหนา	
ระบุ	และความยาว	SAN	UNS
6 ถึง 12	± 5	± 0.3	± 1.0
เกิน 12 ถึง 20			± 1.5
เกิน 20			± 2.0

5. ส่วนประกอบและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ชิ้นไม้

5.1.2 ปูนซีเมนต์

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 เล่ม 1

5.2 การทำ

ใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้ แยกชิ้นไม้ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ นำไปผสมกับปูนซีเมนต์ แล้วนำไปโรยและอัดเป็นแผ่นโดยทิ้งไว้ให้ปูนซีเมนต์ก่อตัวจึงถอดแบบออก หากใส่สารผสมเพิ่มต้องไม่ทำให้ความแข็งแรงหรือความคงทนของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์เสียไป

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ต้องมีความหนา ความแน่น และความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบจะต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความหนาแน่นความหนาแน่น

ความหนาแน่นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 1 100 ถึง 1 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3

6.3 ความชื้น

ความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 15

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.4 สภาพนำความร้อน

ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.155 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม BS 874)

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ

(ข้อ 6.5)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ ไม่เกิน	2	ข้อ 9.5
2	ความต้านแรงดัด เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	9	ข้อ 9.6
3	มอดุลัสยืดหยุ่น เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	3 000	ข้อ 9.6
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า		ข้อ 9.7

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์”

(2) สัญลักษณ์ของแบบ

(3) ขนาด (กว้าง × ยาว × หนา) เป็นมิลลิเมตร

(4) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่มีแบบและความหนาระบุเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

8.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3

8.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับ ที่กำหนดในตารางที่ 3 จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาดและลักษณะทั่วไป

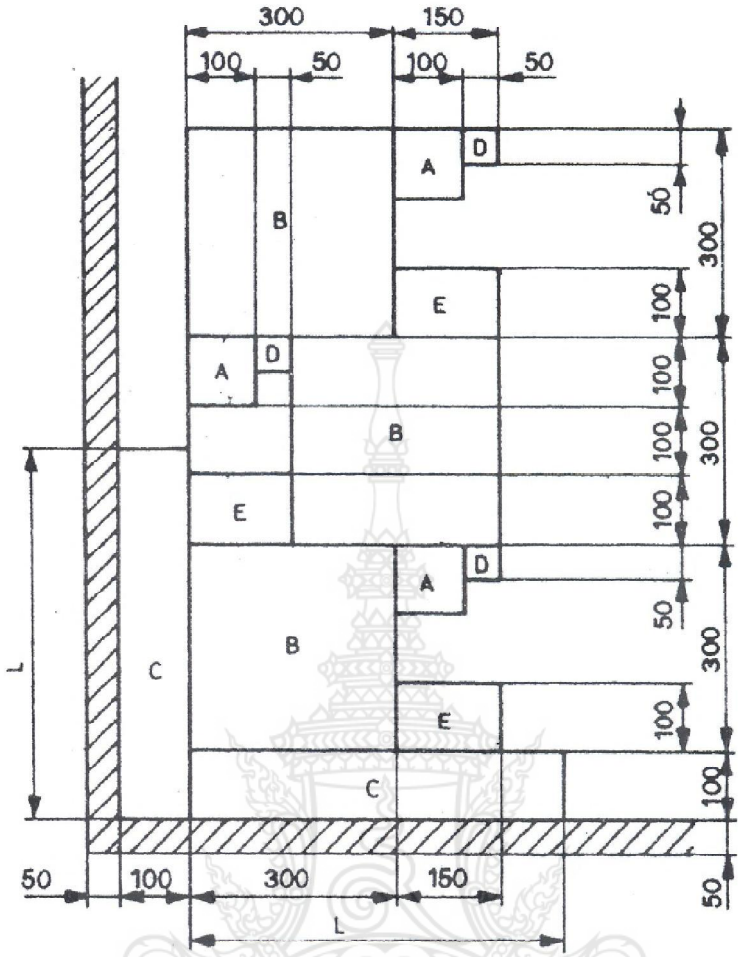
(ข้อ 8.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวน ที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 500	13	1
501 ขึ้นไป	20	2

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความหนาแน่น ความชื้น สภาพนำความร้อน และคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

8.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่ม จากแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาด และลักษณะทั่วไปแล้ว มาจำนวน 5 แผ่น แต่ละแผ่นให้ตัดเป็นชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1

- ชิ้นทดสอบ A สำหรับทดสอบความหนาแน่น และความชื้น จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ B สำหรับทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ C สำหรับทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น จำนวน 2 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ D สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ E สำหรับการทดสอบสภาพนำความร้อน จำนวน 3 ชิ้น



L = 16 เท่าของความหนาระบุ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม
ของ 10 มิลลิเมตรที่ใกล้เคียง) บวกด้วย 25 มิลลิเมตร

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 8.2.2.1)

8.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ข้อ 6.3 ข้อ 6.4 และข้อ 6.5 ทุกรายการ จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1.2 และ ข้อ 8.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การทดสอบ

9.1 การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และสภาพนำความร้อน ไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ 23 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ± 10 จนน้ำหนักคงที่ คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้งห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.5 แล้วทำการทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่นและความชื้นไม่ต้องปรับภาวะ

9.2 ขนาด

9.2.1 ความกว้างและความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ ประมาณ 100 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

9.2.2 ความหนา

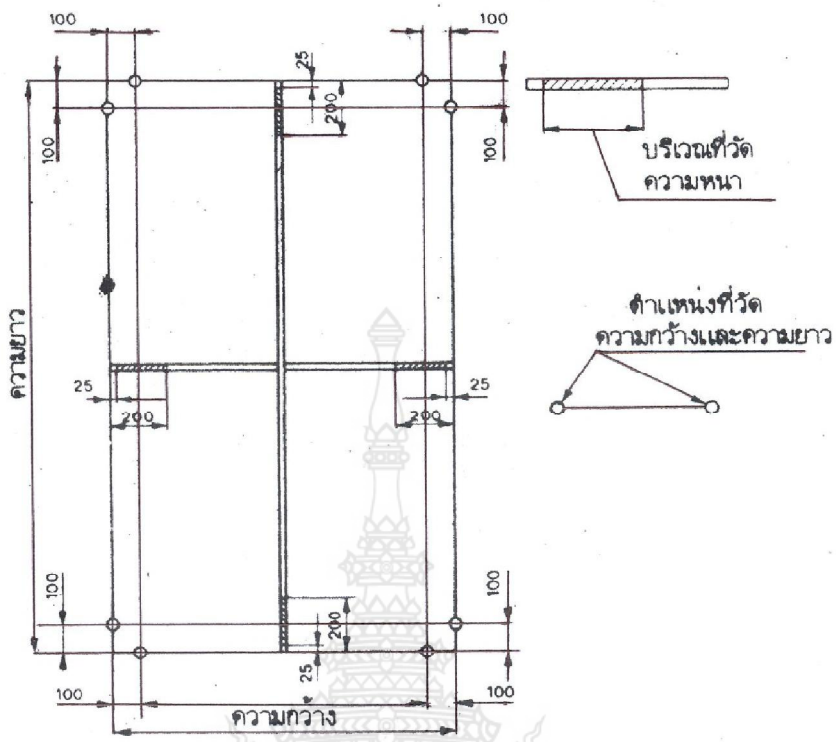
ใช้ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 ถึง 200 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

9.2.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามข้อ 9.2.1 วัดหาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

9.2.4 ความตรงของขอบ

ขึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกัน ของแผ่นชิ้นไม่อัดซีเมนต์ แล้ววัดระยะที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์
(ข้อ 9.2.1 และข้อ 9.2.2)

9.3 ความหนาแน่น

9.3.1 เครื่องมือ

9.3.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

9.3.1.2 ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

9.3.2 วิธีทดสอบ

9.3.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม

9.3.2.2 วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบขนานกับขอบให้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย

9.3.2.3 วัดความหนา 4 ตำแหน่ง ตามรูปที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย

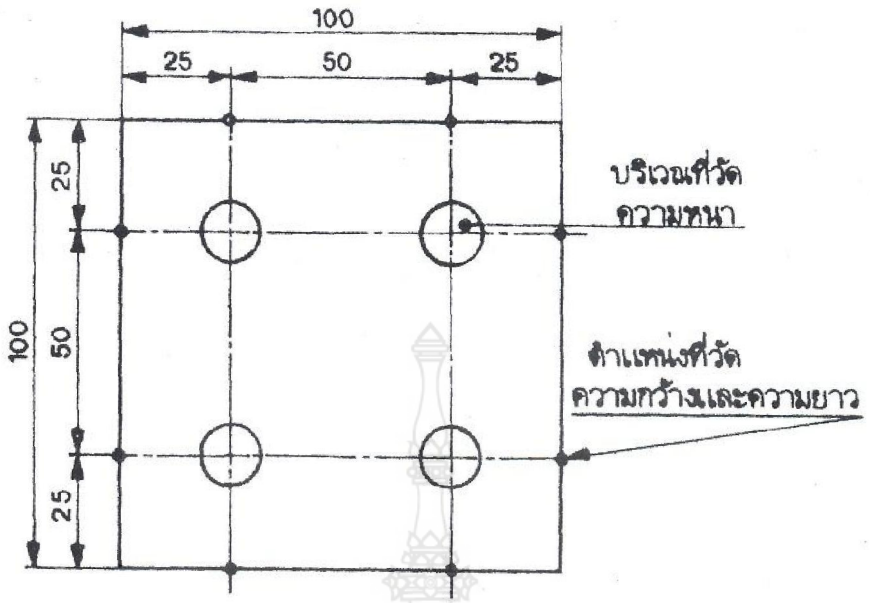
9.3.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}} \times 10^6$$

9.3.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.3.2.2 ข้อ 9.3.2.3 และข้อ 9.5.2.1)

9.4 ความชื้น

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

9.4.1.2 เตาอบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 130 ± 2 องศาเซลเซียส

9.4.1.3 เดซิกเคเตอร์

9.4.2 วิธีทดสอบ

9.4.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.3 แล้ว ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม เป็นน้ำหนักก่อนอบ

9.4.2.2 อบชิ้นทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ คือน้ำหนักชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้งห่างกัน 6 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.1

9.4.2.3 นำมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็น

9.4.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นน้ำหนักอบแห้ง

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความชื้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

9.5 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ

9.5.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ 4 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.5.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งให้แต่ละชิ้นห่างจากกัน ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบต้องตั้งได้ฉากกับผิวน้ำ และห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

9.5.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดแล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ชอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

9.5.2.4 เมื่อปล่อยชิ้นทดสอบไว้ครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำชิ้นทดสอบมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำจากสูตร

$$\text{การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ} = \frac{\text{ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)} - \text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}} \times 100$$

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยการพองตัวเมื่อแช่น้ำเป็นร้อยละ

9.6 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.6.1 เครื่องมือ

9.6.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ หัวกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลมมีรัศมี 10 ถึง 30 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.6.1.2 แท่นรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมี 10 ถึง 30 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

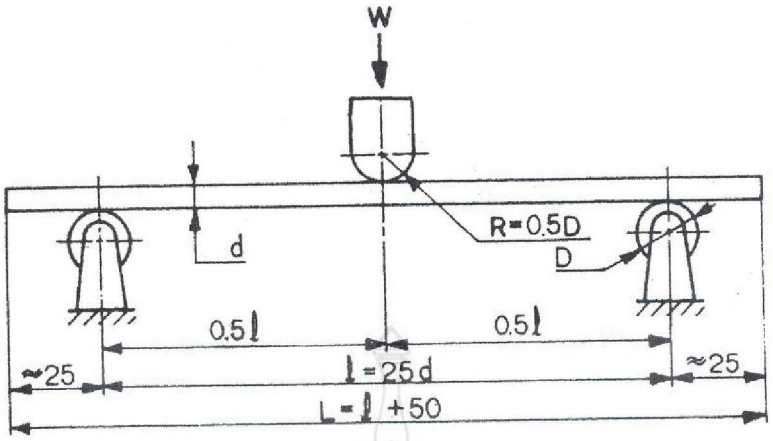
9.6.1.3 มาตรการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

9.6.2 วิธีทดสอบ

9.6.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่าง 16 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มของ 10 มิลลิเมตรที่ใกล้เคียง) ตามรูปที่ 4 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับประมาณข้างละ 25 มิลลิเมตร เท่า ๆ กัน

9.6.2.2 ให้แรงกดบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหัก ต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

9.6.2.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับค่าการแอ่นตัว



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น
(ข้อ 9.6.2.1)

9.6.3 วิธีคำนวณ

9.6.3.1 หาค่าความต้านแรงดัดจากสูตร

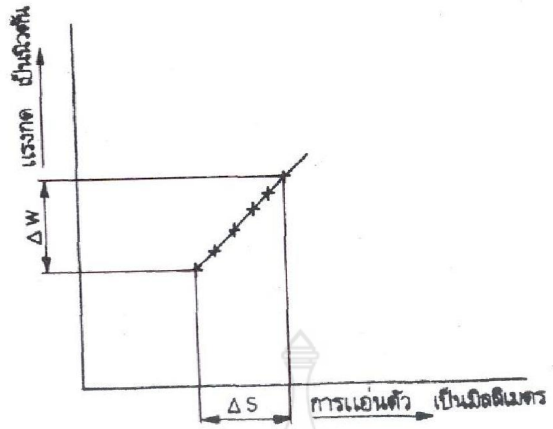
$$f = \frac{3\,W\ell}{2\,bf^2}$$

เมื่อ f คือ ความต้านแรงดัด เป็นเมกะพาสคัล
W คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็นนิวตัน
ℓ คือ ระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

9.6.3.2 หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E = \frac{\ell^3\,\Delta W}{4\,bd^3\,\Delta S}$$

เมื่อ f คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็นเมกะพาสคัล
ℓ คือ ระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
ΔW คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 5 เป็นนิวตัน
b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
ΔS คือ ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 5 เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว
(ข้อ 9.6.3.2)

9.6.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.7.1 เครื่องมือ

9.7.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถให้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาทีและไม่เกิน 120 วินาที

9.7.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร × 50 มิลลิเมตร ความหนาตามความเหมาะสม

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่มีแรงยึดมากกว่าแรงยึดในตัวชิ้นทดสอบ

9.7.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกันซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าจากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเมกะพาสคัล} = \frac{\text{แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{\text{ความกว้าง (มิลลิเมตร)} \times \text{ความยาว (มิลลิเมตร)}}$$

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 08 8274 0869, 08 9447 9899 3.3 โทรสาร 0 2628 5201 3.4 อีเมล์ pakamas1141@hotmail.com

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	
	5.1 ตัวแทนเลขที่
	5.2 โทรศัพท์
	5.3 โทรสาร
	5.4 อีเมล์

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย

☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด

วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา

☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ

☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	3	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน	รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ

- ☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
- ☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
- ☐ หนังสือมอบอำนาจ
- ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
- ☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
- ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
- ☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า

☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน

☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (wood cement board) เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมีแล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือ ไม้และซีเมนต์ มารวมไว้ด้วยกัน มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศ เพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดซีเมนต์ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบไม้ คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ วัตถุดิบไม้ (wood material) เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือ พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่องราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่า วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วที่มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่า พืชเส้นใยทางเกษตร แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรกลับมาใช้งานใหม่เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม จึงมีความน่าสนใจและมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการนำมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่ช่วยสร้างงานเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

ประเทศไทยมีเส้นใยเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมากมาย โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ มีพื้นที่การปลูกทั่วประเทศมากถึง 2.04 ล้านไร่ และเส้นใยต้นข้าวโพด (corncob fiber) จากภาคเกษตรกรรม มีพื้นที่การปลูก 7.80 ล้านไร่ วัสดุเหลือทิ้ง ทั้ง 2 ชนิด เป็นเส้นใยจากพืช หรือเส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่ง เกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (cellobiose) เกิด

จากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ดังนั้น การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด จึงเป็นการส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นความต้องการของตลาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ด้วยกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง หมายถึง แผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นวัสดุหลัก) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นแผ่นไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ที่มีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เพื่อใช้เป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ พร้อมเติมน้ำประปา 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ตามข้อถือสิทธิ 1 เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ พร้อมเติมน้ำประปา 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นกระบวนการและอัตราส่วนผสมที่ใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ที่มีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี สำหรับใช้เป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2557

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดย รองศาสตราจารย์ สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม)

(ลงชื่อ) ผู้รับโอน
(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

(ลงชื่อ) พยาน
(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 08 8274 0869, 08 9447 9899 3.3 โทรสาร 0 2628 5201 3.4 อีเมล์ pakamas1141@hotmail.com

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	
	5.1 ตัวแทนเลขที่
	5.2 โทรศัพท์
	5.3 โทรสาร
	5.4 อีเมล์

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย

☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด

วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา

☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ

☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	3	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน	รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ

- ☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
- ☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
- ☐ หนังสือมอบอำนาจ
- ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
- ☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
- ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
- ☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า

☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน

☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (wood cement board) เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมีแล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือ ไม้และซีเมนต์ มารวมไว้ด้วยกัน มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศ เพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดซีเมนต์ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบไม้ คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ วัตถุดิบไม้ (wood material) เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือ พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่องราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่า วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วที่มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่า พืชเส้นใยทางเกษตร แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรกลับมาใช้งานใหม่เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม จึงมีความน่าสนใจและมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการนำมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่ช่วยสร้างงานเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

ประเทศไทยมีเส้นใยเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมากมาย โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ มีพื้นที่การปลูกทั่วประเทศมากถึง 2.04 ล้านไร่ และเส้นใยต้นข้าวโพด (corncob fiber) จากภาคเกษตรกรรม มีพื้นที่การปลูก 7.80 ล้านไร่ วัสดุเหลือทิ้ง ทั้ง 2 ชนิด เป็นเส้นใยจากพืช หรือเส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่ง เกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (cellobiose) เกิด

จากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ดังนั้น การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด จึงเป็นการส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นความต้องการของตลาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ด้วยกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง หมายถึง แผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นวัสดุหลัก) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ เป็นสารเคมีที่นำมาผสมในผลิตภัณฑ์ที่มีปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยในการแข็งตัวและสมบัติทางกลของผลิตภัณฑ์

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นแผ่นไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว เพื่อเป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมอลูมิเนียมซัลเฟตเข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมอลูมิเนียมซัลเฟต ปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมดลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมอลูมิเนียมซัลเฟต เข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมอลูมิเนียมซัลเฟตปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นกระบวนการและอัตราส่วนผสมที่ใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด อลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี สำหรับใช้เป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2557

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารเร่งการก่อตัว ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม)

(ลงชื่อ) ผู้รับโอน
(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

(ลงชื่อ) พยาน
(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 08 8274 0869, 08 9447 9899 3.3 โทรสาร 0 2628 5201 3.4 อีเมล์ pakamas1141@hotmail.com

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	
	5.1 ตัวแทนเลขที่
	5.2 โทรศัพท์
	5.3 โทรสาร
	5.4 อีเมล์

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย

☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด

วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา

☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ

☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	3	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน	รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ

- ☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
- ☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
- ☐ หนังสือมอบอำนาจ
- ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
- ☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
- ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
- ☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า

☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน

☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (wood cement board) เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมีแล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือ ไม้และซีเมนต์ มารวมไว้ด้วยกัน มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศ เพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดซีเมนต์ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบไม้ คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ วัตถุดิบไม้ (wood material) เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือ พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่องราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่า วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วที่มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่า พืชเส้นใยทางเกษตร แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรกลับมาใช้งานใหม่เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม จึงมีความน่าสนใจและมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการนำมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่ช่วยสร้างงานเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

ประเทศไทยมีเส้นใยเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมากมาย โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ มีพื้นที่การปลูกทั่วประเทศมากถึง 2.04 ล้านไร่ และเส้นใยต้นข้าวโพด (corncob fiber) จากภาคเกษตรกรรม มีพื้นที่การปลูก 7.80 ล้านไร่ วัสดุเหลือทิ้ง ทั้ง 2 ชนิด เป็นเส้นใยจากพืช หรือเส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่ง เกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (cellobiose) เกิด

จากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ดังนั้น การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด จึงเป็นการส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นความต้องการของตลาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ด้วยกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง หมายถึง แผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นวัสดุหลัก) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ เป็นสารเคมีที่นำมาผสมในผลิตภัณฑ์ที่มีปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยในการแข็งตัวและสมบัติทางกลของผลิตภัณฑ์

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นแผ่นไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว เพื่อเป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมแคลเซียมคลอไรด์เข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมแคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมดลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมแคลเซียมคลอไรด์ เข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมแคลเซียมคลอไรด์ปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นกระบวนการและอัตราส่วนผสมที่ใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี สำหรับใช้เป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2557

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการก่อตัว ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม)

(ลงชื่อ) ผู้รับโอน
(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

(ลงชื่อ) พยาน
(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 08 8274 0869, 08 9447 9899 3.3 โทรสาร 0 2628 5201 3.4 อีเมล์ pakamas1141@hotmail.com

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	
	5.1 ตัวแทนเลขที่
	5.2 โทรศัพท์
	5.3 โทรสาร
	5.4 อีเมล์

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย

☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด

วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา

☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ

☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	3	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน	รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ

- ☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
- ☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
- ☐ หนังสือมอบอำนาจ
- ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
- ☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
- ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
- ☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า

☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน

☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (wood cement board) เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมีแล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือ ไม้และซีเมนต์ มารวมไว้ด้วยกัน มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศ เพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดซีเมนต์ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบไม้ คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ วัตถุดิบไม้ (wood material) เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือ พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่องราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่า วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วที่มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่า พืชเส้นใยทางเกษตร แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรกลับมาใช้งานใหม่เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม จึงมีความน่าสนใจและมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการนำมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่ช่วยสร้างงานเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

ประเทศไทยมีเส้นใยเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมากมาย โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ มีพื้นที่การปลูกทั่วประเทศมากถึง 2.04 ล้านไร่ และเส้นใยต้นข้าวโพด (corncob fiber) จากภาคเกษตรกรรม มีพื้นที่การปลูก 7.80 ล้านไร่ วัสดุเหลือทิ้ง ทั้ง 2 ชนิด เป็นเส้นใยจากพืช หรือเส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่ง เกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (cellobiose) เกิด

จากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ดังนั้น การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด จึงเป็นการส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นความต้องการของตลาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ด้วยกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง หมายถึง แผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นวัสดุหลัก) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ เป็นสารเคมีที่นำมาผสมในผลิตภัณฑ์ที่มีปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยในการแข็งตัวและสมบัติทางกลของผลิตภัณฑ์

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นแผ่นไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว เพื่อเป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมโซเดียมซิลิเกตเข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมโซเดียมซิลิเกต ปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1	เท่ากับ	1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ทรายละเอียด	เท่ากับ	0.1 – 0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กากมะพร้าว	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- เส้นใยต้นข้าวโพด	เท่ากับ	0.005 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)	เท่ากับ	0.01 – 0.1	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- น้ำประปา	เท่ากับ	0.1 – 0.8	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว เริ่มจากการย่อยกากมะพร้าวให้แยกจากกัน และนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนเส้นใยต้นข้าวโพดให้ทำการตัดจนมีความยาว ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก่อนนำเส้นใยต้นข้าวโพดที่ตัดแล้วไปปรับปรุงพื้นผิว โดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ร้อยละ 5 – 15 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเส้นใยต้นข้าวโพด 1 ส่วน ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 8 – 15 ส่วน ทำการอบกากมะพร้าวที่ตากแดด และเส้นใยต้นข้าวโพดที่ปรับปรุงเส้นใยแล้วในเตาอบจนแห้งสนิท ได้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จากนั้นทำการแยกเส้นใยให้ออกจากกัน เพื่อป้องกันการจับตัวกันขณะขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ผสมโซเดียมซิลิเกต เข้ากับน้ำประปา เติมน้ำประปาที่ผสมโซเดียมซิลิเกต ปริมาณ 2 ใน 5 ส่วนของน้ำประปาทั้งหมด ลงในกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่เตรียมไว้จนเข้ากัน ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดและน้ำประปาที่เหลืออีก 3 ใน 5 ส่วน ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม นำส่วนผสมที่ได้ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควบคุมให้มีความหนาแน่น 70 - 90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปบ่มในที่ร่มจนได้อายุตามต้องการ

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว เป็นกระบวนการและอัตราส่วนผสมที่ใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 ทรายละเอียด กากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) และน้ำประปา ทำการปรับปรุงเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ซึ่งมีความแข็งแรง ทึบน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี สำหรับใช้เป็นผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2557

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม ที่อยู่ ภาควิชาวิชาการจัดการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 ถนนสีหบุราณุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10510 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง รักษาการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเร่งการก่อตัว ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม)

(ลงชื่อ) ผู้รับโอน
(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

(ลงชื่อ) พยาน
(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)